爆破振动记录仪

（IDTS 3850 Seismograh）

使用说明

成都中科动态仪器有限公司
二零零三年八月

欢迎您购买成都中科动态仪器有限公司的数据采集和分析系列产品，本手册会详细为您介绍产品的使用方法及特点。请您务必仔细阅读本手册，它将给您的测试工作带来方便！您在使用过程中，若有疑问，请直接与我所技术服务部联系。我们将竭诚为您提供良好的售后服务及技术支持。

注意：使用本仪器前，请仔细阅读本《说明》，以免误操作甚至造成不必要的麻烦

用户在读本说明书时，请参见以下图例：

书中的“【XXX】”：表示产品系统中的字符串“XXX”；

“〖XXX〗”：表示键盘上的按钮“XXX”。

销售部电话： **028-85232490**

技术服务部电话： 028-85237006，85224505 转 8001

网址： www.vidts.com

电子信箱： idtscd@sc.cninfo.net，supports@vidts.com

地址： 成都市一环路南二段 16 号科分院

邮编： **610041**

公 司 简 介……4

产 品 概 述……5

1、IDTS 3850 爆破振动仪简介……5

3、IDTS 3850 Seismograph 软件简介……9

第一部分 硬 件……10

第一章 IDTS 3850 爆破振动仪的特点及工作原理……10
1、 IDTS 3850 振动仪的特性参数……10
2、 IDTS 3850 振动仪的工作原理……11

第二章 硬件基本操作……15
1、 采集前的准备工作……15
2、 信号的采集……15
3、更换电池……15

第二部分 软 件……16

第一章 IDTS 3850 软件安装……16
1、安装软件……16
2、卸载软件……17

第二章 软件基本操作……19
1、软件操作流程图……19
2、 启动统软件……21
3、 菜单栏……22
4、工具条……22
5、设置传感器……23
6、设置仪器参数……24
7、数据的预览和读取……31
8、工程标定(通道)……32

9、波形窗操作…… 33
10、数据的处理过程…… 36
11、文件操作…… 36
12、打印设置…… 37
13、退出程序…… 38

第三章 软件高级操作 …… 39
1、FFT 频谱 …… 39
2、功率谱 …… 40
3、一阶微分…… 40
4、一阶积分…… 41
5、相关 …… 41
6、矢量合成…… 42
7、安全判据…… 43
8、萨道夫斯基回归分析 …… 44

第四章 数学处理原理理论 …… 47
1、数字信号处理…… 47
2、标定、物理量的单位与计算转换…… 50

附录 1（快捷键一览表） …… 51

公 司 简 介

成都中科动态仪器有限公司长期致力于高速动态测试仪器和控制系统研制生产，产品覆盖 PCI、USB、ISA、PC104、EPP(SPP)等总线，主导产品包括各种高速动态数据采集分析仪、海量数据记录仪、任意波形发生器、工业与医学图像采集卡、微弱信号相关采集卡、爆破振动记录仪、微型嵌入式数据记录仪，以及 DasView 虚拟仪器测试分析软件等。

我们全系列的动态采集产品广泛应用于压力应力、冲击振动、电力电子、噪声超声等，从准静态到高速瞬变动态过程的检测分析场合。实现各种动态信号的实时采集、数据处理与分析。已广泛应用于兵器、航空、航天、核工业、环境、电力、通讯、交通、能源等行业和部门。

公司以人为本，追求卓越，以高新技术实力为依托，凝聚了一批年轻优秀的技术人才，公司技术实力雄厚，具有强大的产品开发能力。在国内率先推出 USB 总线并行采集仪器系列，微弱信号相关采集模块，大大加快了采集仪器国产化、产业化进程。针对国内市场实际情况和用户需求，推出了一体化便携式系列测控产品。

现在公司测控产品除了能满足各类用户的直接应用需求，还形成了按照特殊用户要求开发专用测控产品模块序列，尤其在 PCI 高速并行数据采集产品、USB 总线产品的研制方面处于国内领先地位，竞争优势突出，在测控领域赢得了广泛美誉，我们拥有从部件到成套系统的全系列产品，为各行业的客户提供先进的工程和科研实验测试工具。

我们深知用户的成功才是我们的成功，我们为用户提供全程技术跟踪服务，从售前的技术咨询、方案论证到售后的现场服务、技术培训、产品维护与升级，公司与用户保持紧密的联系。公司本着“诚信、创新”的企业精神，立足于国内应用，不断跟踪国外最新技术，完善和丰富产品系列，提高产品性价比，为国内测控事业的用户提供高品质的选择。

产 品 概 述

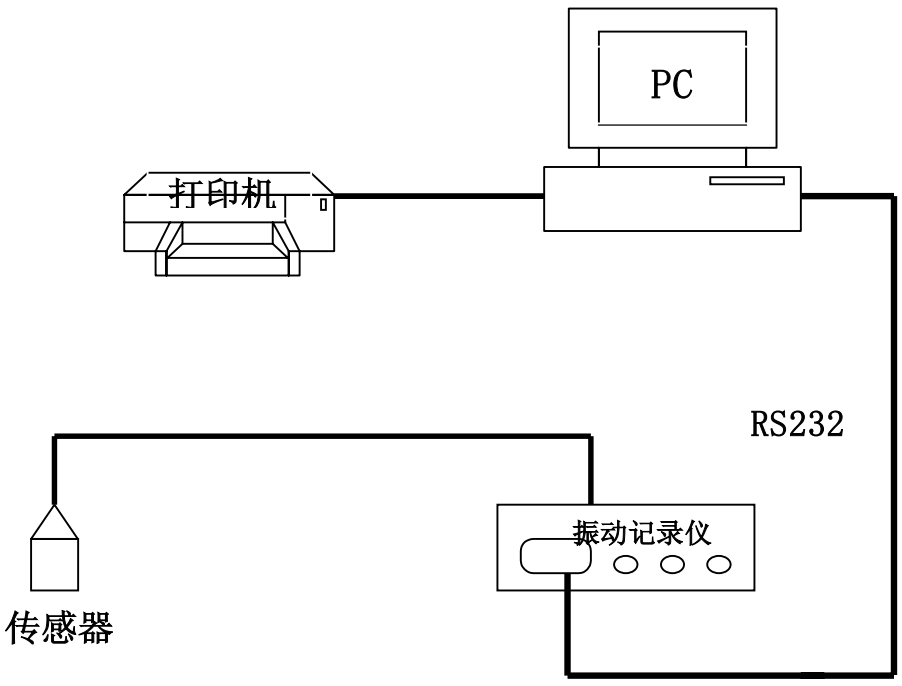
1、IDTS 3850 爆破振动仪简介

IDTS 3850 振动记录仪主要用于对地震波、机械振动和各种冲击信号进行记录、数据分析、结果输出、显示打印、数据存储而设计的便携式仪器。

它直接与压力、速度、加速度等各种传感器相连，并将模拟电压量转换为数字量进行存储，经自身的 RS232 串行口和笔记本电脑（或台式电脑）通讯，由计算机进行波形显示、谱图显示、波形的各种特征参数及测试结果的表格显示、存盘和打印等。

传统爆破测试工作量大、测试方式较落后、现场布线困难、数据处理较复杂。而采用 IDTS 3850 爆破振动记录仪，只需将传感器和仪器共同放置于振动测试点，爆破后用 RS232 数据线与计算机相连，便可读出整个爆破过程的振动信号，并对其进行分析处理给出测试报告。

系统接线图



主要特点：

- 体积小，便于携带；单键操作，快速使用；方便易学；
- 防冲击金属盒设计，直接与传感器相连，现场无需布线，即装即用；
- 4 节 5 号电池供电，可连续工作 30 小时以上；内部备用电池确保记录数据长期安全存储；
- 分辨率高，最小分辨振动达到 0.0016cm / s，读数精度达到 0.5%，能有效监测远离爆破源的振动信号；
- 信号存储分为八段，可自动记录八次爆破波形；也可将八段组合为一段使用；
- 多振动事件自动触发记录，内置时钟，记录振动发生时刻；
- 触发电平为满量程 1%～99%的触发值设置，最小振动触发信号为 0.026cm / S，可确保事件捕捉万无一失；
- 三维振动同步记录，三矢量合成分析，萨道夫斯基公式回归和安全判据分析；
- 多种爆破参数设置和振动信号分析，所见即所得的打印测试报告；
- 新添加仪器与传感器连接状态的测试功能，确保传感器连接可靠性；
- 串口通讯速度 56Kbps,通过软件实现仪器参数设置。

应用范围：

IDTS 3850 爆破振动记录仪具有轻便灵巧、抗振、抗电磁干扰、低噪声、高可靠性等特性，可满足下列场合的特殊测试要求：

- 爆破、辐射、腐蚀等人员无法在场的危险测量环境；
- 水下、地下、电磁干扰等信号难以长线传输的场合；
- 远离供电源的测量环境；
- 高速运动的物体中；
- 现场测试点多而分散的场合。

IDTS 3850 爆破振动记录仪在公路、铁道、隧道、桥梁、采矿、地质勘探、水利水电工程爆破和国防科研中，有很大的引用价值。

技术指标：

通道数： 并行 2、3、4ch/台

采样长度： 分段模式每通道 16Ksa/段，单段模式共为 128Ksa/段

最大采样速率： 200Ksps，共分 9 档

A/D 精度： 12bit 分辨率

直流精度： 误差小于 0.5%

段数： 16Ksa×8 段，128Ksa×1 段

输入带宽： 0～60KHz

量程： ±0.4V，±2V，±20V 三档可调

触发方式： 内触发，上升（下降）沿信号内触发

触发负延时： -4Ksa，-8Ksa，-12Ksa 三档可调

触发电平： 256 级可调（最小为满量程的 1/256）

输入阻抗： 1MΩ/20pF

工作环境要求：

工作温度： 0～70℃

相对湿度： 5%～90%（无结露）

海拔： 4500 米以内

振动： 5Hz～500Hz

扫频振动： 2.5G 峰峰值

注意事项：

- 当您第一次使用本仪器时，请仔细阅读有关说明，以免误操作造成不必要的麻烦；
- 本仪器使用四节五号碱性电池。也可使用干电池，但工作时间较短。请不要使用充电电池，否则将影响仪器正常工作；
- 在仪器使用过程中要注意防水、防潮，在条件比较恶劣的情况下做好仪器的保护措施，防止仪器损伤；
- 本仪器采用 RS232 数据线传输数据，请使用本机配送的接口线，确保仪器与计算机的可靠通信；
- 注意确保传感器与仪器之间的连接，如果接触不好会影响到测试的准确性；
- 如果需要加长信号线，请用标准屏蔽电缆，防止信号受外界干扰和波形出现毛刺或误触发，对分析造成困难；
- 注意在采集未满八段时，未采集段中会有一段数据为无效数据，不能参与分析；
- 在使用仪器时，电源指示灯绿灯闪烁，表明电池电量不足，请及时更换；
- 不要擅自打开仪器，如仪器出现故障，请及时与我们联系。

3、IDTS 3850 Seismograph 软件简介

DTS3850 Seismograph 软件是本公司推出的数据采集虚拟仪器软件，可以运行于Windows 95/98/ME，WINDOWS2000/XP系列操作系统上。

说明内涉及的Windows95/98/ME，WINDOWS2000/XP操作系统相关主题，请用户参照Windows95/98/ME，WINDOWS2000/XP使用手册。

功能清单：

- 优良的全汉字图形界面，完善的中文在线帮助；
- 多种数据处理功能，具有 FFT 频谱、功率谱、微积分,矢量合成等算法；
- 硬件兼容性，采用标准微机做工作平台，从 Pentium 到 Pentium 4；
- 支持各种打印机，打印效果所见即所得（WYSIWYG）；
- 多通道文件格式，实验波形打包存储，保证数据完整性；
- 特征值快速计算，快速浏览数据特性；
- 微分算法带有滤波特性，抑制高频噪声和量化噪声；
- 测试电压数据自动转换为物理量显示和计算。

第一部分 硬 件

第一章 IDTS 3850 爆破振动仪的特点及工作原理

1、IDTS 3850 振动仪的特性参数

尺寸： 15cm(长)×11cm(宽)×4.5cm(高)

重量： 0.8Kg

外观： 爆破振动记录仪为长方形全封闭盒，外壳由铝合金型材，轻巧坚固。适合野外，现场携带使用。

仪器供电方式：

•内部电池供电：仪器内使用四节五号碱性电池，电池可连续工作 30 小时以上。

•外部供电： 通过电源插孔接入 6V~9V 直流电源。建议读数分析时，请使用随机配带的外接电源。

掉电保护：

在数据记录完成后，即可关闭电源开关，记录的数据仍保存在仪器中，仪器具有掉电保护功能。即使电池耗尽，同样也不会丢失数据。

前面板：（如图右所示）

•**RS232 接口：** 通过随机的 RS232 数据线与计算机连接，计算机通过仪器专用软件读取仪器内的数据，进行数据的分析、打印。

•**电源开关：** 控制电源的开关。

•**采集控制开关**：用于控制采集和测试传感器的连接情况。

•**电源插孔**： 可外接 6V~9V 直流电源。

•**红灯**： 表示仪器处于采集状态。

•**绿灯**： 表示仪器电源工作状态。

在测试状态下：当红灯亮，绿灯也亮，则表示传感器有信号，仪器连接正常。

在采集状态下：当红灯亮，绿灯也亮，则表示已触发，系统开始记录数据。

注意：

- 开电源后，如果绿灯闪动表示电池电压不足，此时请不要继续使用仪器，请立即更换电池。
- 每次关电源，2 秒后方可再次打开电源开关。

后面板：

本系列仪器分为 2 通道、3 通道和 4 通道，每个通道分别与传感器相连，采用标准 Q9 单端信号输入。具有连接方便、抗干扰性强等特点。

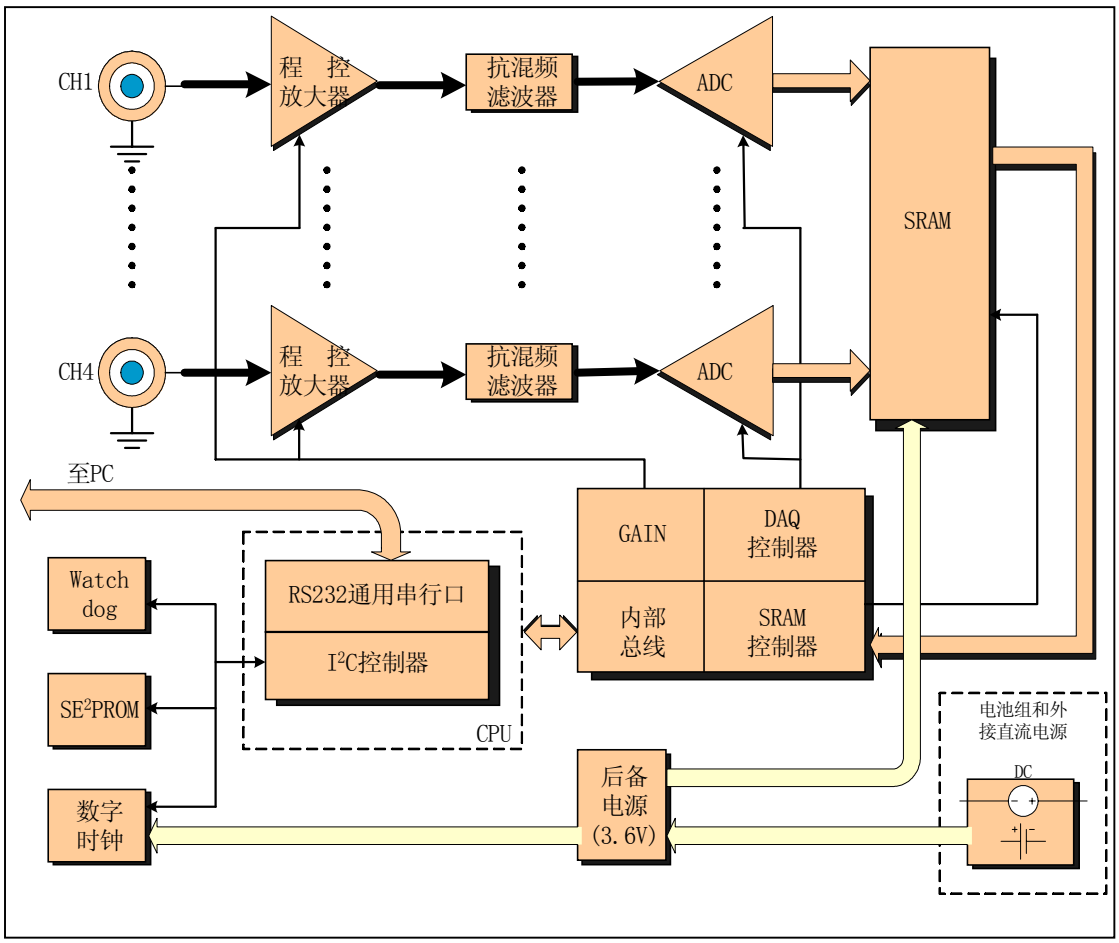
2、IDTS 3850 振动仪的工作原理

(1)、振动仪硬件工作原理

传感器把爆破的地震波速度转换成电压信号，通过 A/D 转换为数字信号，记录到仪器中的存储器里，测试完成后由数据线传送到计算机上，由计算机对信号进行计算处理，最后以报告的形式输出到打印机或者存储到硬盘。

本系统由信号调理电路、A/D 转换电路、CPU、SRAM 等组成。

硬件原理图如下：



1. 信号的输入

CH1～CH4：

信号输入接口，采用标准 Q9 单端信号输入接口。传感器把现场物理量转换为电信号后，通过信号输入接口输入到仪器内。

2. 信号调理电路

信号调理电路是传感器与 A/D 之间的桥梁，也是本系统中重要组成部分。其主要功能通过程序来控制信号调理电路的放大倍数。

3. 模-数转换器（ADC）

这部分是本系统的核心部分，采用 12 位分辨率的 A/D 转换器。它将经过调理后的模拟电信号转换为数字信号，以便于仪器将信号存储到存储器内。

4. CPU

CPU 完成系统的数据读取、处理及逻辑控制，数据传输等任务。本系统我们采用了控制方便的单片机。

5. 数据存储器

数据存储器为仪器提供存储信号的场所，分为分段模式和单段模式。分段模式为八段独立的爆破事件记录模式，分别记录不同的八次事件；单段模式具有把八段存储空间连接使用的功能，可记录长时间的爆破事件。

6. 时钟电路

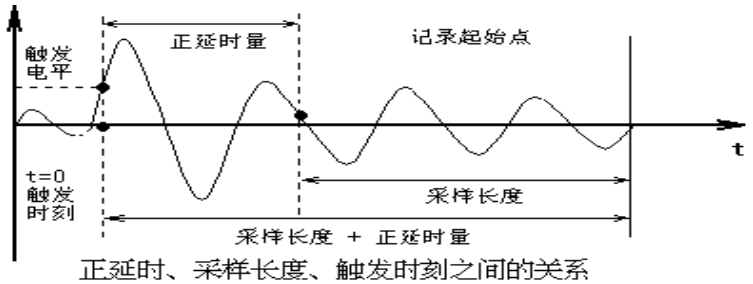
本仪器内自带一个时钟电路。爆破事件发生时刻，CPU 会自动记录当前时钟，不用传统的由人去记录，更大程度的节约人力。

7. 信号输出接口

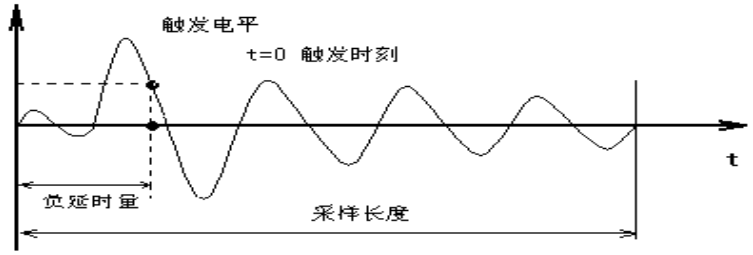
本系统信号输出端采用 RS232 接口，RS232 是计算机常用的一种通信接口，具有连线方便的特点。

工作原理框图如上图所示，当传感器输出信号达到我们设置的触发电平时，触发控制电路启动采集，经过信号调理电路的信号进入 A/D 转换器，CPU 将采集到的波形数据存入 SRAM，同时记录当前时间。最后通过 RS232 通讯数据线将数据传送到计算机进行分析和处理。

(2)、正/负延时及采样长度、触发时刻关系（见下图）



正延时、采样长度、触发时刻之间的关系



负延时、采样长度、触发时刻之间的关系

触发： 触发功能代表着对信号的捕捉能力，根据多种不相同的条件来触发和采集数据。包括手动触发（软件触发），上升沿内触发，下降沿内触发等。

延时触发： 指仪器采集的信号在记录的起始点位置较触发电平前或后（时间轴上，以触发信号到达为 0 时刻），延时触发分为正延时触发和负延时触发，如图所示。

负延时触发：主要用于观察上升，下降前沿的波形或波形以前的信号（如：触发事件之前的有效信号等）。

第二章 硬件基本操作

1、采集前的准备工作

(1)、 首先通过 PC 机设置仪器参数（在软件部分将详细介绍），如不设置，则系统默认为上一次的设置；

(2)、 将传感器的信号输出端与仪器后面板的 Q9 信号输入端连接；

(3)、 开关设置：把电源开关从右向左拨动，这时绿灯亮。采集开关置于左，仪器处于采集状态。采集开关置于右，红灯亮，绿灯灭，爆破振动记录仪处于测试状态；

(4)、 测试状态：用手敲击传感器，绿灯和红灯同时亮，表示线路正常。测试状态的作用是在未采集前检测仪器和传感器连接是否正常或仪器是否正常工作，为下一步数据采集工作做准备。**注意**：此时仪器并未记录数据。

2、信号的采集

(1)、 数据采集：拨动采集开关从右向左，红灯亮，开始采集数据，当信号达到触发电平，红灯和绿灯同时亮，在这期间仪器进行数据的记录，采样率越高，采样时间就越短，红灯和绿灯同时亮的持续时间也就越短。采集完足够数据。绿灯熄灭，红灯亮，表示此段采集结束（设置为八段自动采集状态）。红灯灭，绿灯亮表示整个采集过程结束。可及时对数据进行处理，也可关掉仪器电源待需要时再取出数据进行分析；

(2)、 采集结束：本段采集结束后，若是连续采集模式，则自动采集下一次事件，直到所有段全部采集完毕。若是手动采集模式，则须重复 2(1)数据采集。

关于数据处理的过程请参看《第二部分 软件》的《软件基本操作》。

3、更换电池

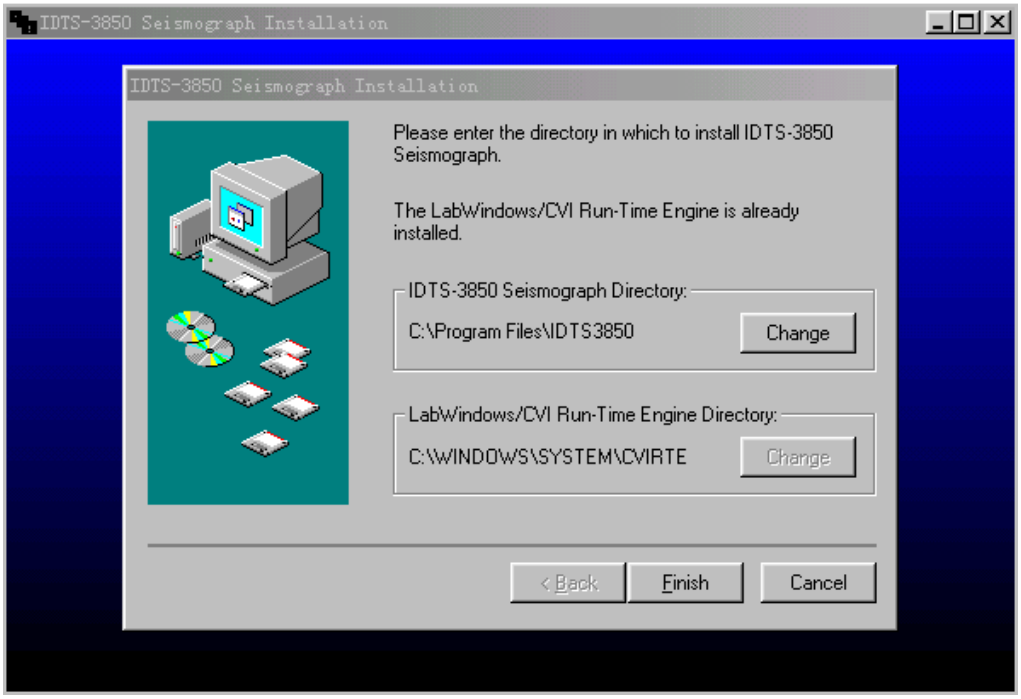
按下插销，推出外壳，打开电池盒盖更换即可。注意安放电池时的正负极性。

第二部分 软 件

第一章 IDTS 3850 软件安装

1、安装软件

在光盘驱动器中插入 IDTS3850 安装光盘，启动 WINDOWS 的资源管理器，双击光盘驱动器的盘符，进入 exp3850 文件夹，选择安装光盘的 setup.exe 程序，用鼠标双击该运行程序，进入下列安装界面。



安装程序将一步一步的指导你完成整个系统程序的安装，请根据以下步骤完成安装。

窗口弹出如上所示的对话框，用鼠标点击【Change】，选择用户定义的安装程序路径，设置路径完成后，用鼠标点击【Finish】，进入下一步。**推荐使用缺省路径设置。**

在整个安装过程中，用户可中断安装程序。如右图，【Resume】不中断程序，继续执行安装；【Exit Setup】中断程序，退出安装。

安装完成后，IDTS3850 Seismograph 为采集系统的运行主程序。

2、卸载软件

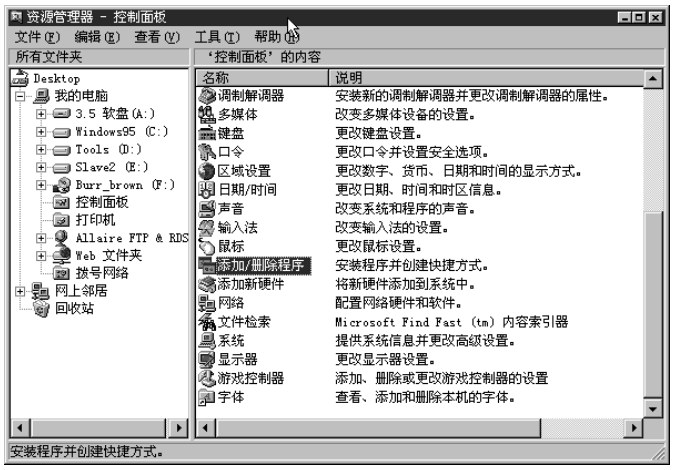
当程序出现异常情况时，或升级软件，都需要先卸载原来的旧软件后再执行安装步骤。有两种卸载方法分别如下：

（方法一）：

在 windows 的【开始】菜单中选择【程序】，然后双击【程序】中【IDTS3850 Seismograph】的软件工作目录下的【Uninstall IDTS3850 Seismograph】即可。

（方法二）：

首先通过资源管理器，打开控制面板，找到【添加/删除程序】，用鼠标双击运行，如下图。

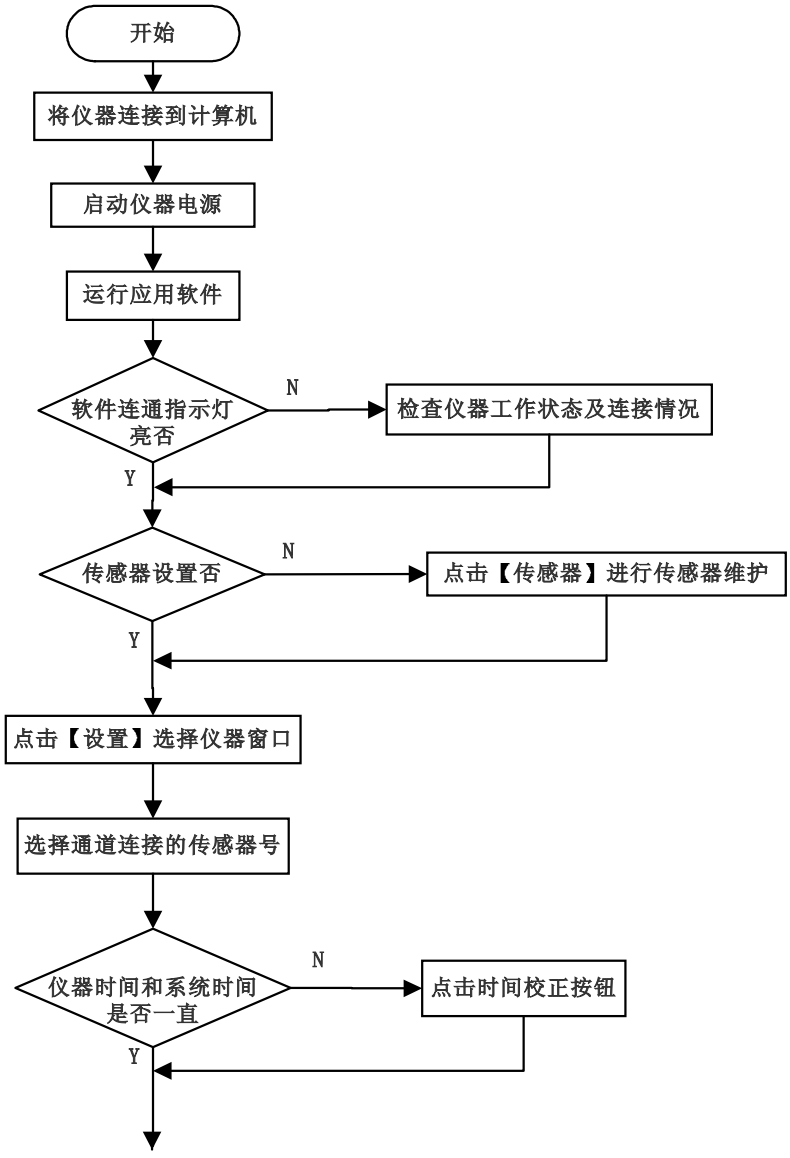


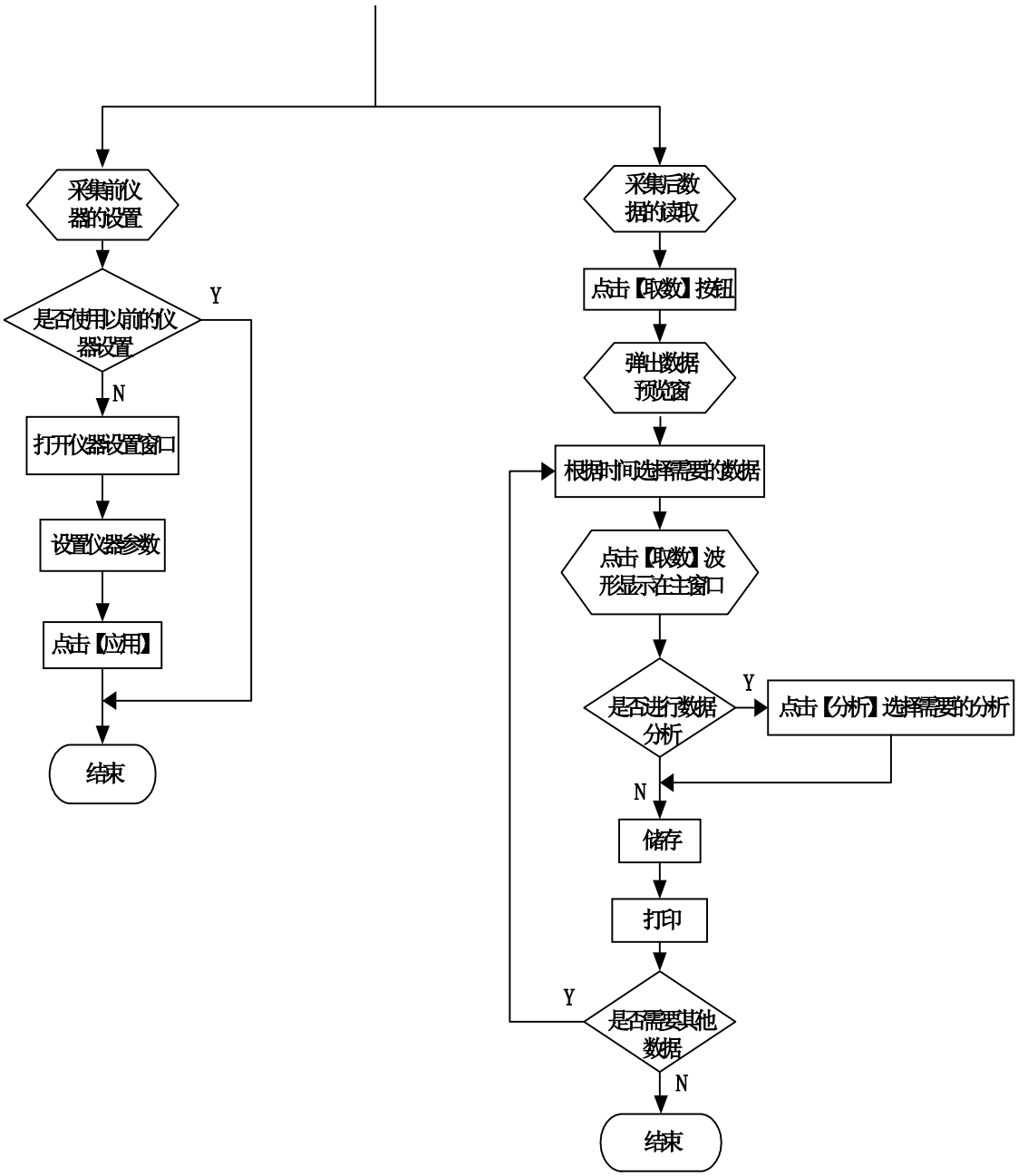
在【添加/删除程序 属性】对话框的下方，找到可删除的程序清单，从中找到【IDTS-3850 Seismograph】，用鼠标双击，或点击【添加/删除(R)】按钮，进入删除程序。如下图

第二章 软件基本操作

1、软件操作流程图

为使用户能更清晰的了解本仪器的使用过程，我们通过流程图对本系统的使用过程做整体指导。



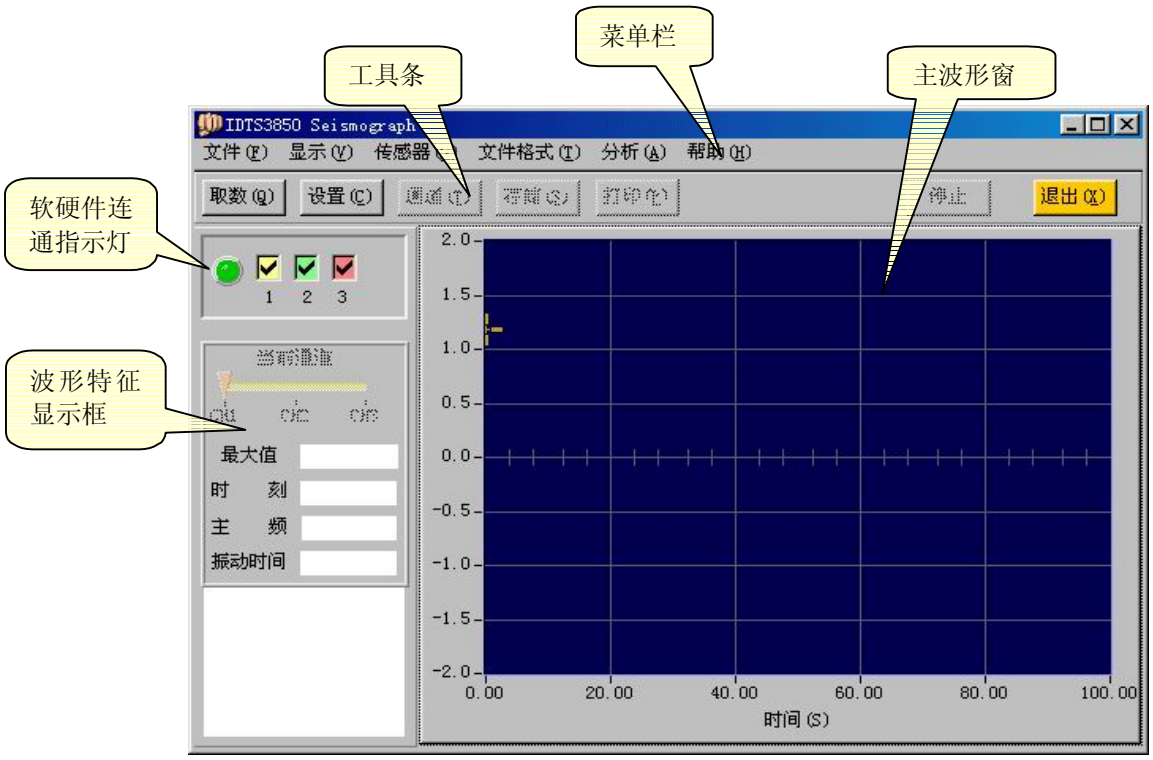


此流程图分两部分组成。第一部分为使用仪器的基本操作部分，包括软件的开启、传感器的设置、时间的校正等；第二部分为对数据采集前参数设置的操作和采集完数据后对数据的处理过程。请用户在使用本仪器时严格按照此过程进行操作。

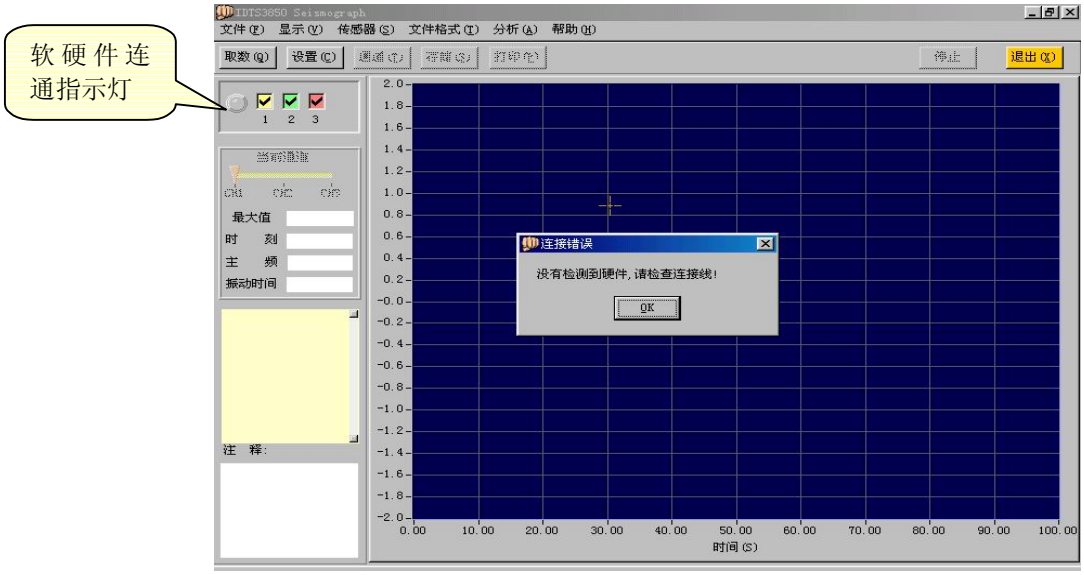
2、 启动统软件

数据采集完成后，在现场（或事后）用 RS232 数据线与计算机的 COM 口相连，打开电源开关，启动 IDTS3850 Seismograph 软件程序：

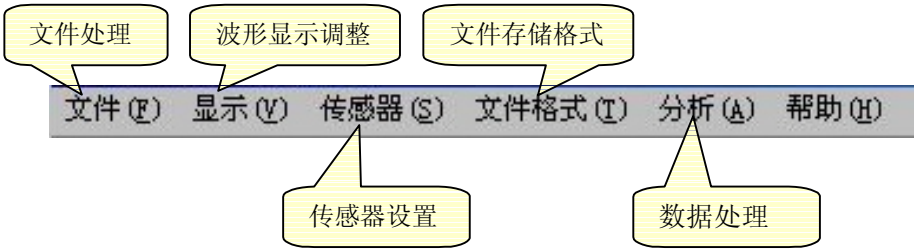
IDTS3850 Seismograph 将自动检测仪器情况，如果仪器跟计算机连通，则软硬件连接指示灯亮。



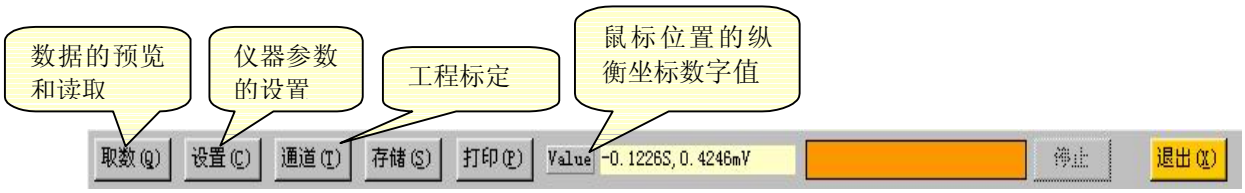
如果仪器的电源没开或数据线的连接不好的情况下，点击任意按钮，将弹出“没有检测到硬件，请检查连接线”的子窗口。并且软件通道指示灯熄灭。这时就需要对振动仪的连线和电源进行检查。


软硬件连通指示灯
IDTS3850 Seismograph
文件(F) 显示(V) 传感器(S) 文件格式(T) 分析(A) 帮助(H)
取数(Q) 设置(C) 通道(T) 存储(S) 打印(P) 停止 退出(X)
1 2 3
最大值
时 刻
主 频
振动时间
注 释:
连接错误
没有检测到硬件,请检查连接线!
OK
时间(S)

3、 菜单栏

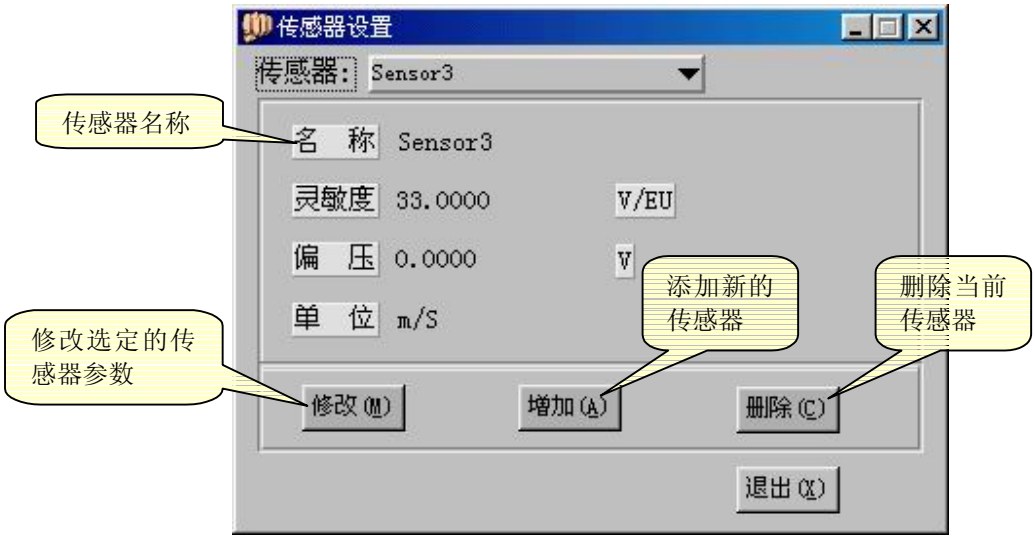

文件处理
波形显示调整
文件存储格式
文件(F) 显示(V) 传感器(S) 文件格式(T) 分析(A) 帮助(H)
传感器设置
数据处理

4、工具条


数据的预览和读取
仪器参数的设置
工程标定
鼠标位置的纵衡坐标数字值
取数(Q) 设置(C) 通道(T) 存储(S) 打印(P) Value -0.1226S, 0.4246mV 停止 退出(X)

5、设置传感器

点击菜单栏中的【传感器】（AIT+S），选择【维护】，弹出如下界面：



使用该项功能可以对传感器进行装载，和对灵敏度及其它参数进行设置（每个传感器的灵敏度都不相同）。装载后的传感器可以和测试设备相关联。当设备选中传感器后，系统将更新其设置。

传感器的维护操作具体如下：

点击【修改】可对其名称、灵敏度、偏压、单位进行设置。点击【增加】或【删除】可以增添或减少传感器的设置个数。

单位(EU)：

EN(Unit)是物理单位，可以是任何工程上应用的单位，但是最好是国际单位制。如：m（米）、V（伏特）、A（安培）等，不能使用：cm（厘米）、mV（毫伏）等，因为程序具有自动单位转化的功能，用户只需输入基本单位就可以了。非标准国际单位要转换为国际单位。

偏压：

一般情况下偏压值为零。如果使用带有偏压的传感器，则需要输入它的偏压值，程序将自动减掉偏压。使用传感器前请仔细阅读它的说明书。

$$K = \text{传感器的灵敏度}$$

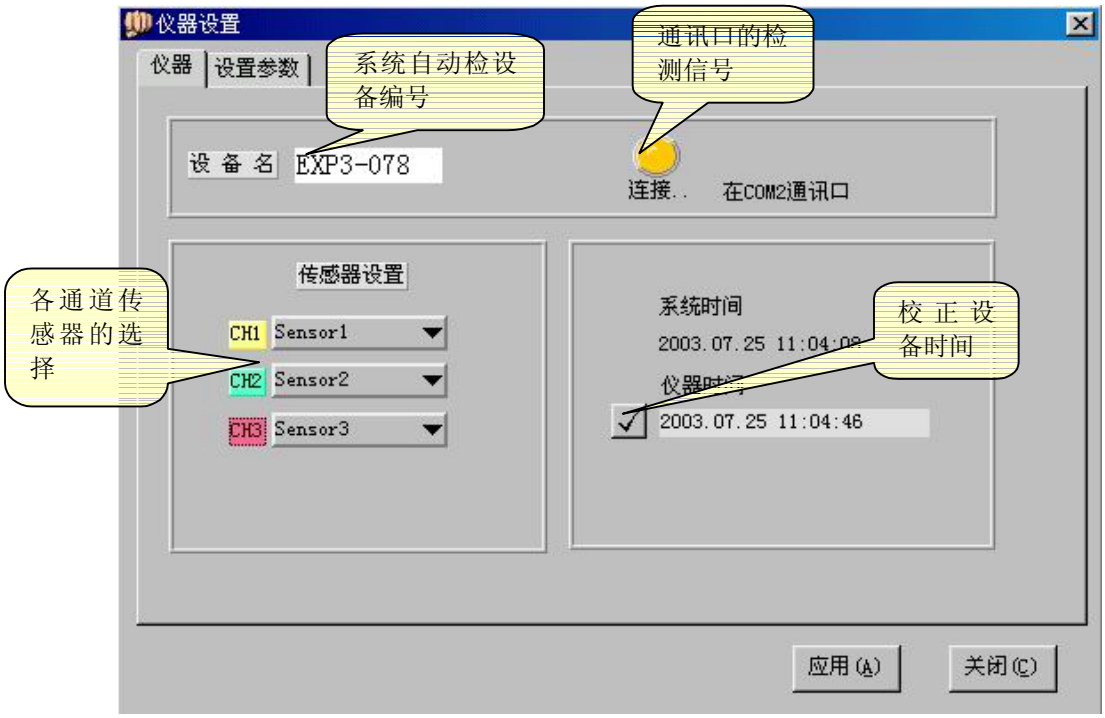
例：设一个速度传感器灵敏度为0.0314V/m/S。

得K=0.0314；【单位(EN)】为m/S。

推荐设置方案：通过此项设置可输入用户拥有的所有传感器参数，并将传感器参数写入软件。当用户需用时，可直接调出。

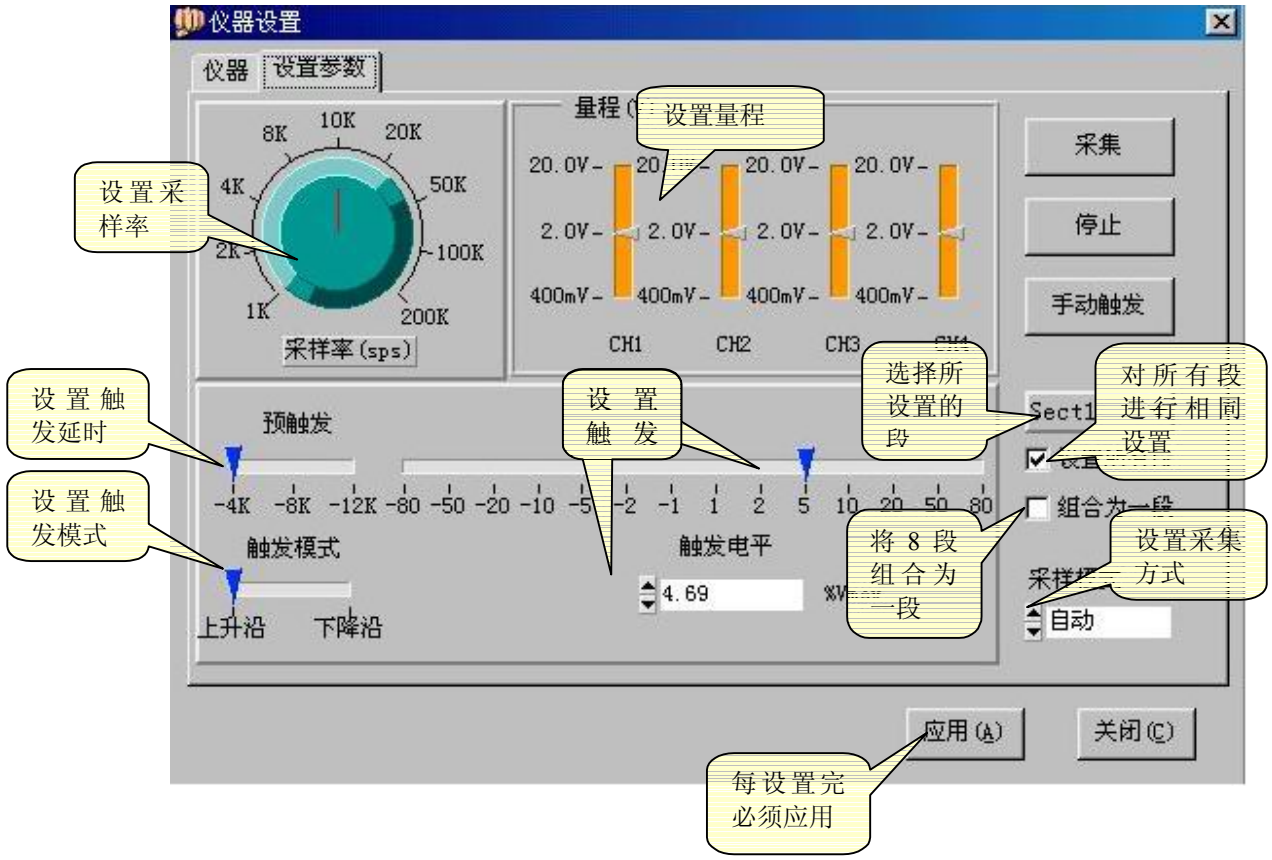
6、设置仪器参数

为了准确、可靠地捕捉到被测信号，在进行数据采集时首先要对现场测试时间、振幅等参数进行估算，然后通过本软件对仪器采集参数进行设置。用鼠标单击工具



条中的【设置】，弹出仪器设置框子窗口，通过此窗口可对仪器的参数进行设置。

在【仪器】栏里，设备名是系统自动检测设备出厂号。传感器的设置中CH1、CH2、CH3分别代表仪器的通道1、通道2、通道3。每个通道后的选择框可选择所用传感器的编号。对传感器的设置请参照上面所介绍的传感器装载。当软件检测到通讯口的设备后，通讯口的检测信号灯为黄灯，并显示出通讯口所在位置。窗口的右下角是对振动仪时间的校正，点击校正仪器时间就可完成振动仪与计算机时间的校正。点击设置参数界面如下：



参数设置框包括：触发电平、触发延时、触发模式、采样率、量程、采集方式、采集模式等的设置。设置完后点击【运用】则把参数写进硬件。点击【关闭】则退出设置。接下来我们对仪器参数的设置做详细的介绍：

6-1、设置采集模式

1、自动：记录仪自动连续采集多段数据。

2、手动：记录仪每采集完一段数据，都需要使用者再次启动采集下一段数据(单次采集)。

6-2、设置采样率

采样率即为模数（A/D）转换的频率，单位是 Hz（赫兹）。设置的依据是被测信号的频率。一般工程爆破地震波的振动频率在 10～300Hz 之间。采样率应设为信号频率的 10 倍至 100 倍之间(特殊情况除外)。也就是说,每个振动周期有 10～100 个样点时才能够保证被测信号的波形不失真。

推荐设置方案：在设置采样率之前应该估算出被测信号的频率，特别是对上冲过程的估算。如果完全不了解，只能通过估计和多次试测加以摸索。通常，采样率应设置在 1K～30KHz 之间。

本仪器的采样率设置为 1K、2K、4K、8K、10K、20K、50K、100K、200KHz，共分 9 档可选（如图）。在一个振动周期内采样点越密，波形就越精细，采集的时间就越短。采样时间与采样长度（每段数据的缓存空间）有关，采样长度固定为每个通道 16Ksa。通过采样率和采样长度可得采样时间。在设置采样率时，必须保证采样时间大于或等于被测信号持续时间，否则部分被测信号将会丢失，应该注意两者兼顾。

例：测试的振动信号为 150HZ 以下，设置采样率为 10×150（Hz）=1.5KHz，仪器没有 1.5K 采样率，则选择 2K。(分段模式）每段采样长度固定为 16K，当设置采样延时为-4K，则采样时间=（16K-4K）/2K=6s，表示仪器可记录 6 秒的振动事件，如果估计的振动持续时间为 2 秒，那么你的采样率还可提高，这时的采样率可设

为(16k-4K)/2s＝8K。

从以上分析可知当设置采样率为 8K,仪器可以记录 2 秒的事件。于是采样率在 2K～8k 可选，最后考虑到从波形的完整性，我们推荐在可选范围内采样率设置越高越好。

注意：

- 如果被测信号持续时间为 1s 左右，在有效信号可以完整记录的前提下，可以适当调高采样率，使之接近 1s,以提高信号质量。
- 由于本仪器各通道采样是同步的，所以各通道采样率均相同。每一段的采样率可分别设置。（不推荐使用）

6-3、设置采集方式

采集方式分为两种，一种是分段模式，另一种是单段模式。本软件默认值为第一种分段模式，当选择【组合为一段】后，则为单段模式。

分段模式：

分段采集是在每段采样结束后，当下一个振动信号达到触发电平时自动进入下一段的记录。用于记录独立的振动信号，以便对其做单独分析。

单段模式：

组合为一段是将八段采样长度组合为一段不间断的采集方式，我们称为单段模式。组合成一段后，可捕获振动时间较长或炮次多、时间间隔短的振动信号。对其做整体分析。

前面我们已掌握对分段模式中采样率的设置，下面我们将通过对比来了解单段模式采样率的设置。

例：设采样率为 10K。

分段采集时：

由每一段的采样时间公式

采样时间=［采样长度（16K）－触发长度（4K)］/采样率

得：每一段采样时间为（16K-4K）/10K=1.2s；

组合为一段采集时：

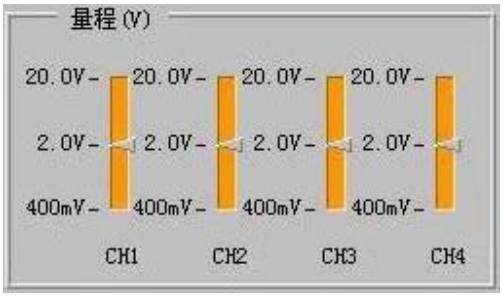
单段模式采样时间公式为

采样时间=［采样长度（128K）－触发长度（4K)］/采样率

得：（128K-4K）/10K=12.4s。

6-4、设置量程

爆破振动记录仪有三个满量程分别为：±400mV、±2.0V、±20.0V。设置的主要依据是使被采样信号幅度的最大峰值必须小于并接近所选定的量程档，量程设置过小会造成信号削顶（顶部被去掉），过大会造成测试精度降低。当距爆源越近，传播介质越坚硬，信号幅度越高，反之信号幅度则越低。



量程单位的转换：

量程可由三种方式表示：电压、数字、物理量。电压（V）是最直观的，用户就是通过被测信号最大电压值来设定量程；数字（LSB）是将最大量程点化，将其分为2048个点；物理量（cm/s）表示信号的传输速度，物理量和电压值之间的转换与传感器灵敏度K有关。下面例题作为参考，详细介绍见第四章相关公式。

例：当量程设为 400mV：

K＝11，物理量的量程为 3.8；K=28，物理量的量程为 1.9cm/s。

当量程设为 2.0V：

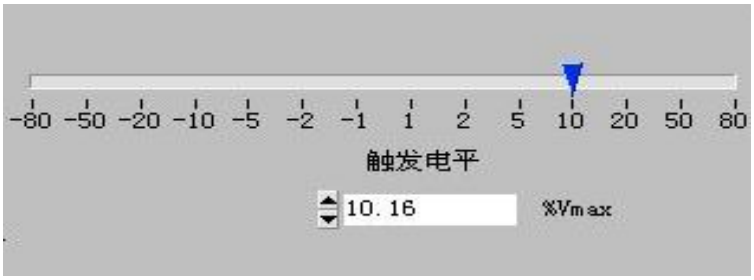
K＝11，物理量的量程为 18.09cm/s；K=28，物理量的量程为 9.03cm/s。

当量程设为 20.0V：

K=11，物理量的量程为 182.9cm/s；K=28，物理量的量程为 91.4cm/s。

推荐设置方案：大概估算被测信号振幅的最大值，使被测信号振幅值在不超过所设量程的前提下尽量接近最大量程值，从而充分利用所有的±2048 个量化台阶。

6-5、设置触发电平



在内触发条件下，为了避免因来自信号输入通道微小的波动干扰引起的误触发,需要设置一定高度的门坎电压,低于此门坎的干扰信号不会引起误触发，但门坎不能高于被测信号，否则无法有效触发。

触发电平的两种设置方式：

1、使用滑动条：当滑动条指向任意百分比值时，在下框中会出现相对应的准确百分比值。如上图所示，当滑动条指向 10，此时准确的触发电平是满量程的 10.16%。

2、任意输入： 在下框中触发电平在满量程的-100%～100%可任意写入。

推荐设置方案：触发电平应设在被测信号峰值的 1/3～1/2 的位置。这样既可阻止干扰引起的误触发，又能保证可靠触发。

例：设被测信号的峰值为 5cm/s，传感器灵敏度 K＝28。

由上例可知量程应该设为 2.0V，转换为物理量的量程为 9.03cm/s。

触发电平设置：5/3＝1.67cm/s，1.67/9.03×100%=18.49%；

5/2＝2.5cm/s，2.5/9.03×100%=27.79%；

触发电平设置应在 18.49%～27.79%之间设定，特殊情况根据现场不同选取恰当的量程。

6-6、设置采样延时（预触发）

在内触发条件下，为了保证不丢失触发前的信号头，需要在信号缓存区内预留一定的空间来保存信号头，我们就要对采样延时进行设置。各通道的采样延时均相同。本仪器的采样延时分为-4K、-8K、-12K三个档。

推荐设置方案：应该设置足够的长度观察信号在触发前的波形图，一般我们选择-4K档。

当采样率、采样长度、采样延时设置完后，采样延时时间就设定好了。

采样延时时间（S） = 采样延时 / 采样率

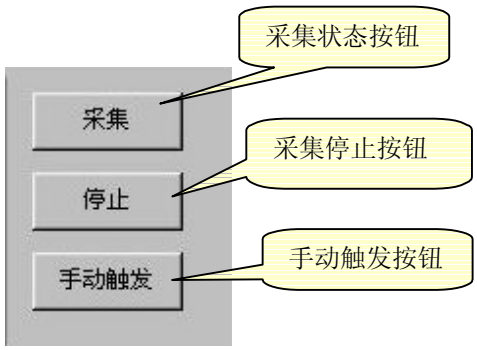
6-7、设置触发方式（触发模式）

本仪器将被测信号本身作为触发源，使其起始时刻更便于确定和掌握。用户根据需要选择上升沿或下降沿进行触发。

6-8、软件控制采集

在使用仪器前应对仪器做充分的测试准备工作。软件可对测振仪进行手动控制，从而测试仪器是否正常工作。

我们在设置完系统参数后，应对仪器进行手动控制采集测试，步骤如下：



第一步：点击【停止】按钮；

第二步：点击【采集】按钮；

第三步：①未接传感器时，由于输入端没有信号输入，需手动控制，点击【手动触发】给仪器一个触发电平，使仪器进行数据采集和记录；

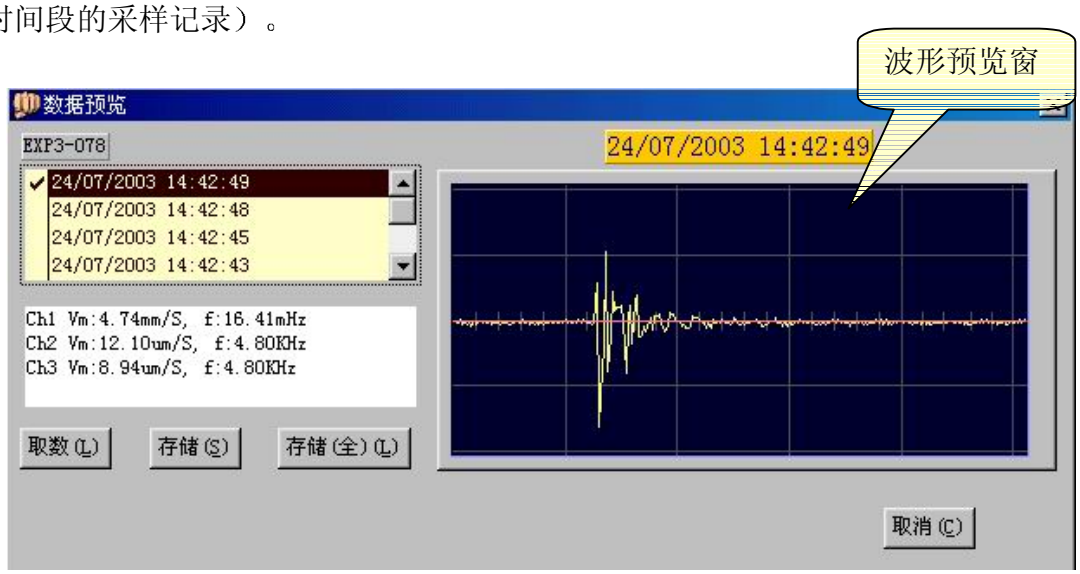
②接传感器时，敲打传感器，使其达到触发电平，仪器自动进行数据的采集和记录。

在操作完以上步骤后可进入【取数】中进行下一步波形的测试与处理。

7、数据的预览和读取

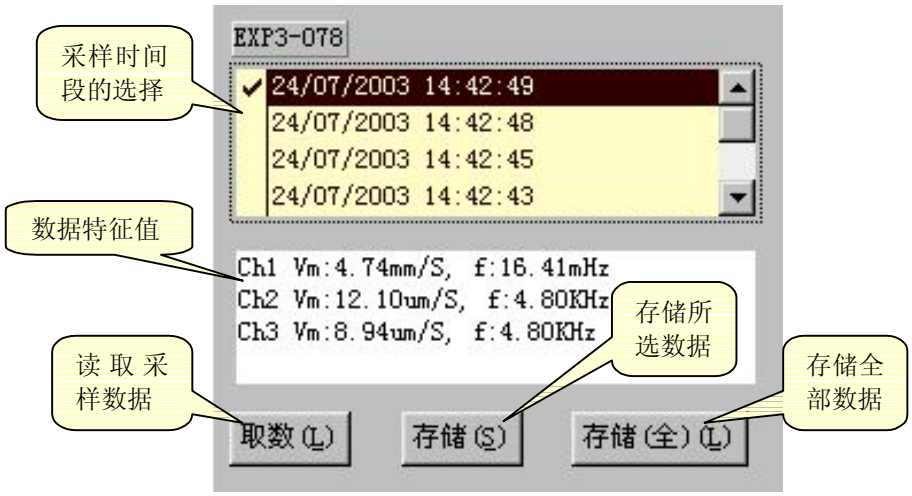
通过工具条上的【取数】（ALT+Q）按钮对数据进行预览和读取，并可在主波形窗显示多个通道波形。具有很强的搜索、对比、压缩、放大和读数功能，便于用户分析处理数据。

选择所需要的采集数据波形图，即选择不同时间段的波形图（本仪器共有八个时间段的采样记录）。



当进行【取数】时，弹出数据预览子窗口，见上图所示。这时可以进行波形的预览。预览窗中采集的数据是以触发时刻的先后排列在列表框中，最后一次采集数

据排在最上面。选择数据即选择采集的时间。选择后可对数据分别进行读取【取数】，存储所选数据【存储】，或直接存储全部数据【存储(全)】。具体操作见下图。



当选中一段数据，则数据的预览图显示在右边，该段数据的特征值显示在下面；

- 点击【取数】： 读取仪器中的数据，在主波形窗中显示；
- 点击【存储】： 选取段的数据以触发时间为文件名进行自动存储；
- 点击【存储(全)】：所有段的数据以触发时间为文件名进行自动存储。

8、工程标定(通道)

鼠标单击工具条中的【通道】，对数据进行标定。首先各通道应选择传感器，如果通道已选定传感器，可不必设置此项。

通过工程标定查看各通道传感器的灵敏度、单位、偏压的参数，选择主波形窗的显示模式。主波形窗可以显示测试信号的真实物理量、实际的电压或数字。物理量是从电压转化来的，物理量和电压之间的转换与灵敏度K有关。一般取决于使用的传感器的灵敏度。给出K值，就成了标定过程的关键。

9、波形窗操作

波形窗和处理窗的波形操作，有着丰富的键盘命令。熟练掌握这些命令，可以快速方便地操作波形。对某一部分用键盘进行操作，必须是激活的状态，即当前的键盘操作对象是该部分。波形窗和处理窗同时只能有一个是激活的状态，只需要用鼠标点击该部分即可。

9-1、波形显示

通道波形显示方式

鼠标双击波形窗，在显示多通道波形和单通道波形之间切换。多波形显示时，通过〖Enter〗键，转换为单通道波形显示。单通道波形显示时，通过〖Enter〗键，转换为多通道波形显示。也可以通过选择通道来显示所关心通道的波形。

通道切换

〖1〗键切换活动通道至 1 通道；

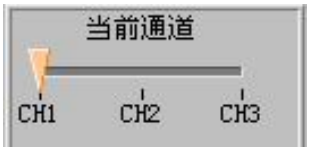
〖2〗键切换活动通道至 2 通道；

〖3〗键切换活动通道至 3 通道；

〖Ctrl〗+〖1〗显示(或隐藏)1 通道；

〖Ctrl〗+〖2〗显示(或隐藏)2 通道；

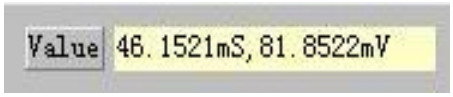
〖Ctrl〗+〖3〗显示(或隐藏)3 通道。



9-2、从波形窗读值

鼠标坐标值显示框

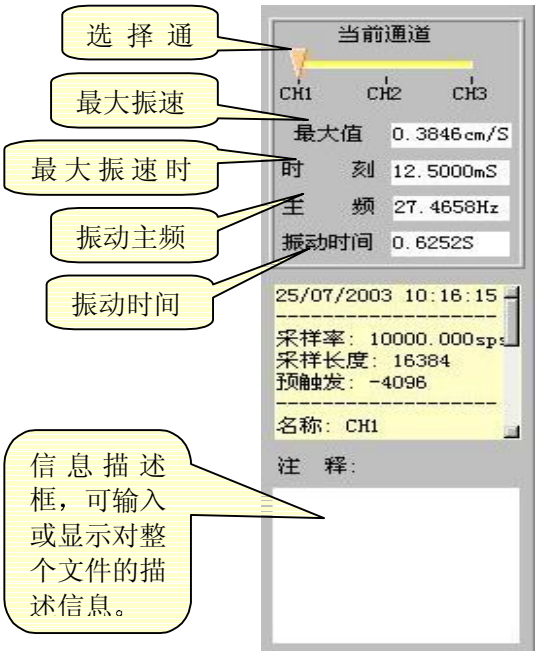
鼠标单击波形窗上的波形区域，即把读数光标移动到鼠标点击的位置上。光标位置的坐标数据显示在波形窗左上角。



通过方向键的〖←〗键和〖→〗键，移动当前活动窗口的读数光标，在通道参数设置对话框中，可以选择显示类型（电压、数字、物理量）。

波形特征值显示框

在IDTS3850 Seismograph 软件中，可以显示当前通道的最大振速、主频、振动时间等。



9-3、横向操作

波形横向压缩:

〖CTRL〗+数字小键盘的〖*〗键：波形窗波形在时间轴上压缩比加一；

波形横向展开:

〖CTRL〗+数字小键盘的〖/〗键：波形窗波形在时间轴上压缩比减一；

一页显示整个波形:

〖CTRL〗+〖A〗键：当前显示通道波形自动计算压缩比率，按一页的幅度显示数据；

恢复 1：1 显示波形:

〖CTRL〗+〖T〗键：显示波形会在当前光标位置自动展宽到采样数据原始状态；

左移:

〖CTRL〗+〖←〗键：波形在时间轴上左移；

右移:

〖CTRL〗+〖→〗键：波形在时间轴上右移；

9-4、纵向操作

压缩:

按下数字小键盘的〖/〗键，处理窗波形缩小至 1/2；

放大:

按下数字小键盘的〖*〗键，处理窗波形放大 2 倍；

上移:

〖CTRL〗+〖↑〗;

下移:

〖CTRL〗+〖↓〗;

〖Ctrl〗+鼠标左键：波形横向、纵向同时无限放大;

〖Ctrl〗+鼠标右键：波形横向、纵向同时无限缩小。

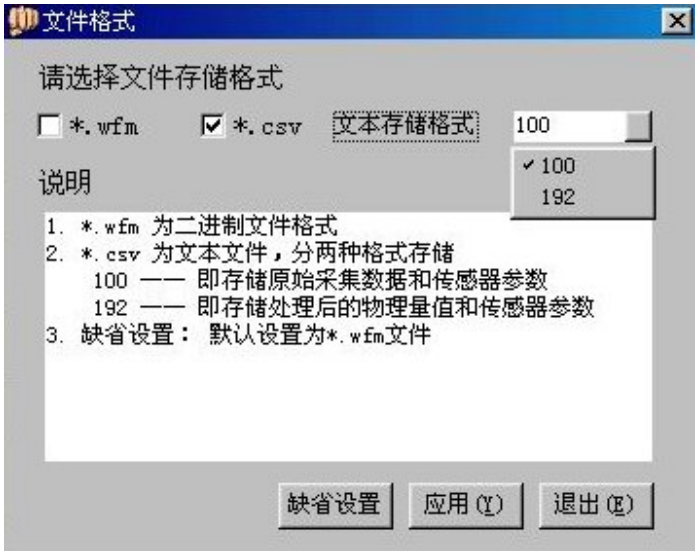
10、数据的处理过程

数据的处理过程包括对数据的读取、分析和结果输出等工作。

软件完成读数后将自动显示波形。此时，用户可使用菜单、键盘或鼠标命令对波形进行移动、放大、缩小、压缩、展宽、打印预览、打印、数据输出等操作，并能通过软件，自动计算其特征参数，做 FFT 频谱、功率谱、微积分、矢量合成等计算。关于分析软件的具体使用方法请见下一章《高级操作》部分。

11、文件操作

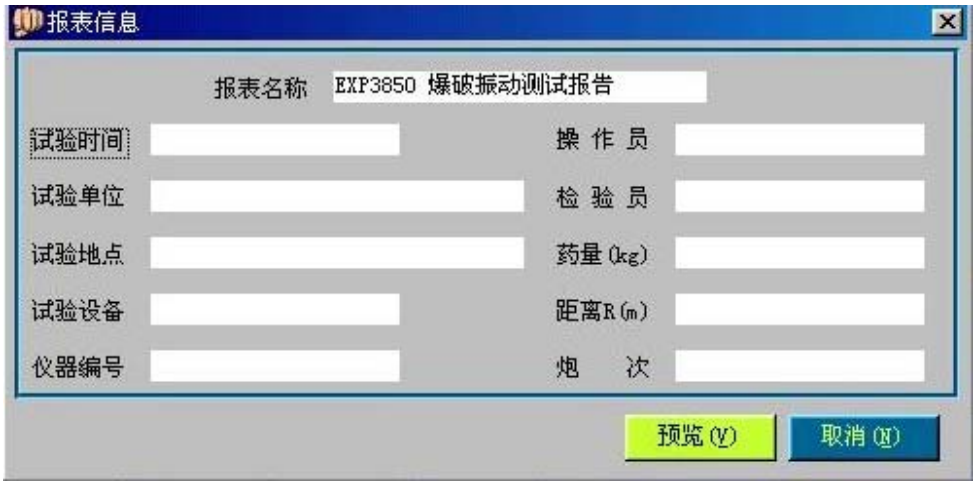
IDTS-3850 Seismograph 中的数据文件通过设置【文件格式】中的【设置】决定存储波形的文件类型。存储的文件格式分为 *.wfm 和 *.csv 两种方式。1. *.wfm 为二进制文件格式。2. *.csv 为文本文件，分两种格式存储：100（存储原始采集数据和传感器参数）；192（存储处理后的物理量值和传感器参数）。3. 缺省设置：默认设置为*.wfm文件



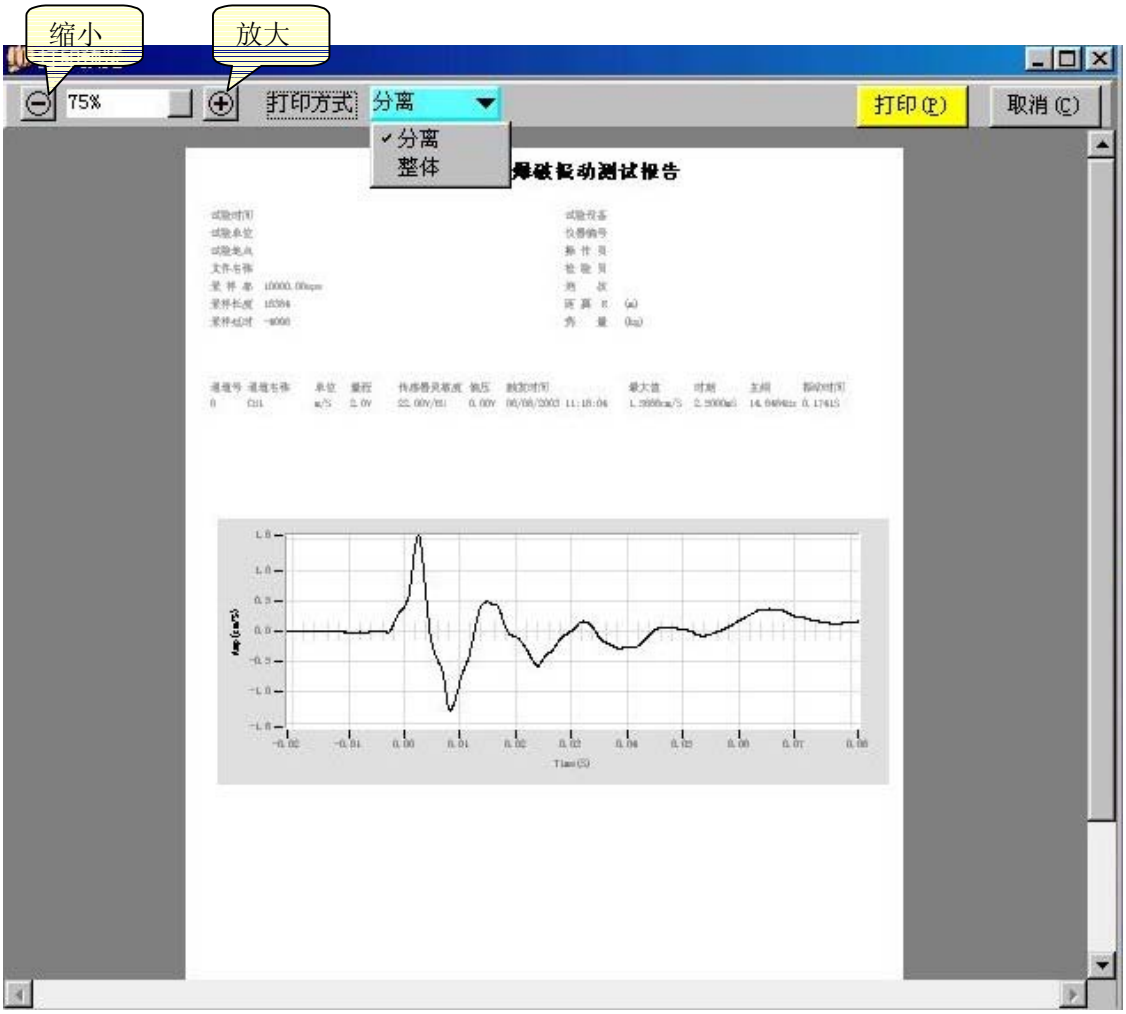
在波形预览窗中,点击【存储】,是将触发时刻的时间作为文件名存储在当前的工作路径下。点击主波形窗的【存储】,自定义文件名和存储路径存储当前波形。

12、打印设置

IDTS3850 Seismograph 支持各种打印机，打印效果所见即所得（WYSIWYG)。在主窗口中点击【打印】出现报表信息子窗口（如下图)，对试验时间、试验单位、试验地点、试验设备、仪器编号、操作员、检验员、药量（kg)、距离 R(m)、炮次进行设置。



对报表信息设置后，点击【预览】，出现打印预览页面。此浏览可对测试报告放大和缩小以便观察。打印方式可设置【分离】和【整体】。分离是只打印选中通道的波形参数（通道号、通道名称、单位、量程、传感器灵敏度、偏压、触发时间、最大值、时刻、主频、振动时间）和波形；整体是对仪器所有通道的波形参数和波形打印。

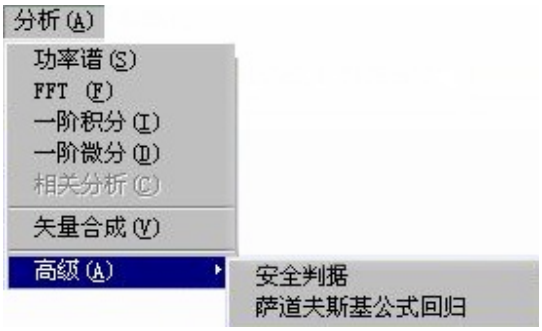


13、退出程序

按下〖Alt〗+〖X〗，或者点击菜单栏【文件】中的【退出】。退出程序时，系统会自动存储当前配置，在下一次启动程序时恢复当前配置。

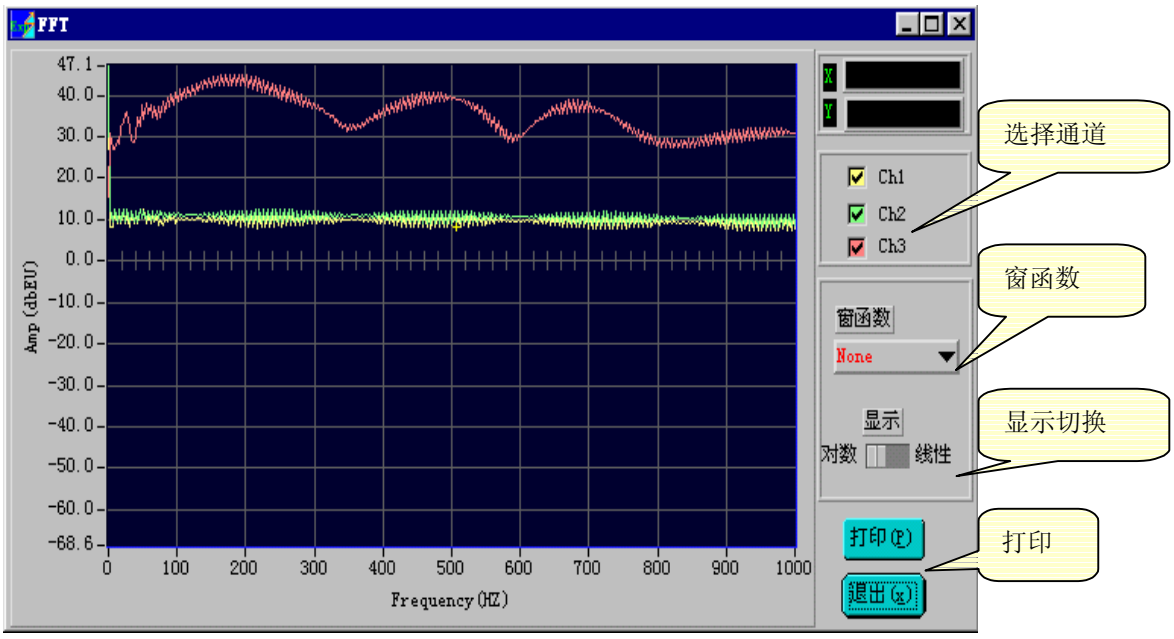
第三章 软件高级操作

点击工具栏的【分析】按钮会弹出高级操作显示条，以下详细说明：



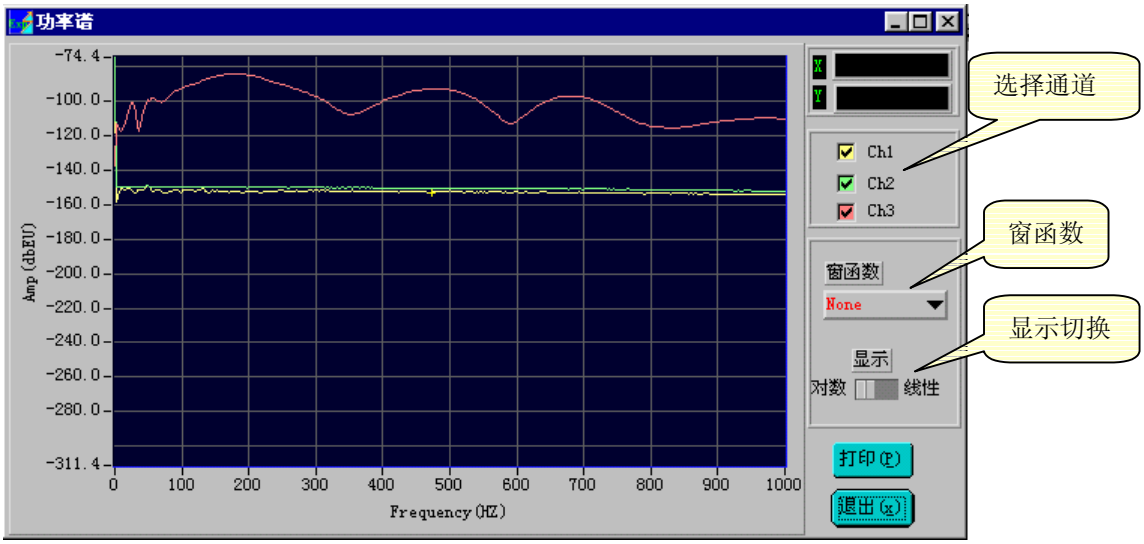
1、FFT 频谱

鼠标单击菜单【分析】下的【FFT】，可对数据进行FFT处理。所显示的波形为“幅度—频率”图。用户可以根据需要设置FFT处理参数，如：显示方式、窗函数以及FFT分析长度（如下图）。



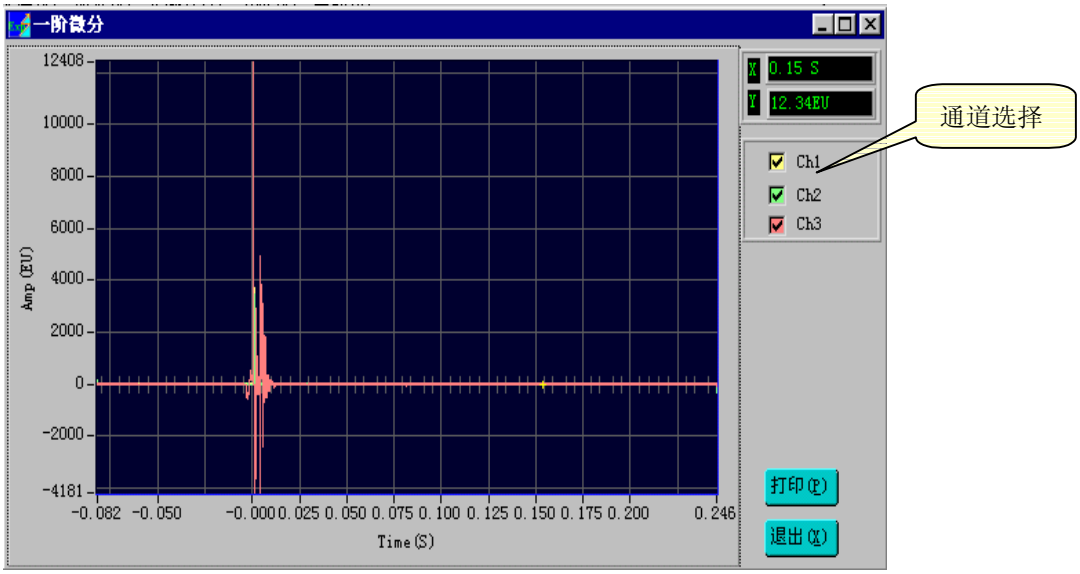
2、功率谱

鼠标单击菜单【分析】下的【功率谱】，可显示波形的功率谱。所显示的波形为“功率—频率”图。用户可以根据需要设置功率谱处理参数，如：显示方式、窗函数以及功率谱分析长度（如下图）。



3、一阶微分

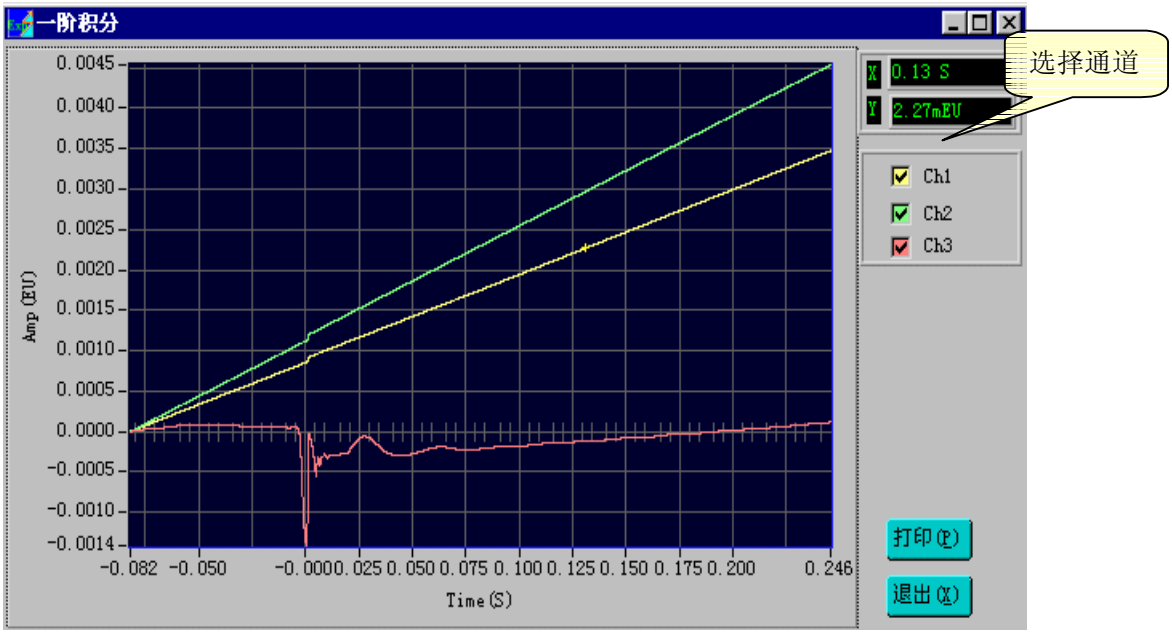
鼠标单击菜单【分析】下的【一阶微分】，可对当前通道数据进行微分分析。物理意义：如果你选用速度传感器，需要分析信号的加速度，可以使用一阶微分，得到的是信号的加速度的波形。



4、一阶积分

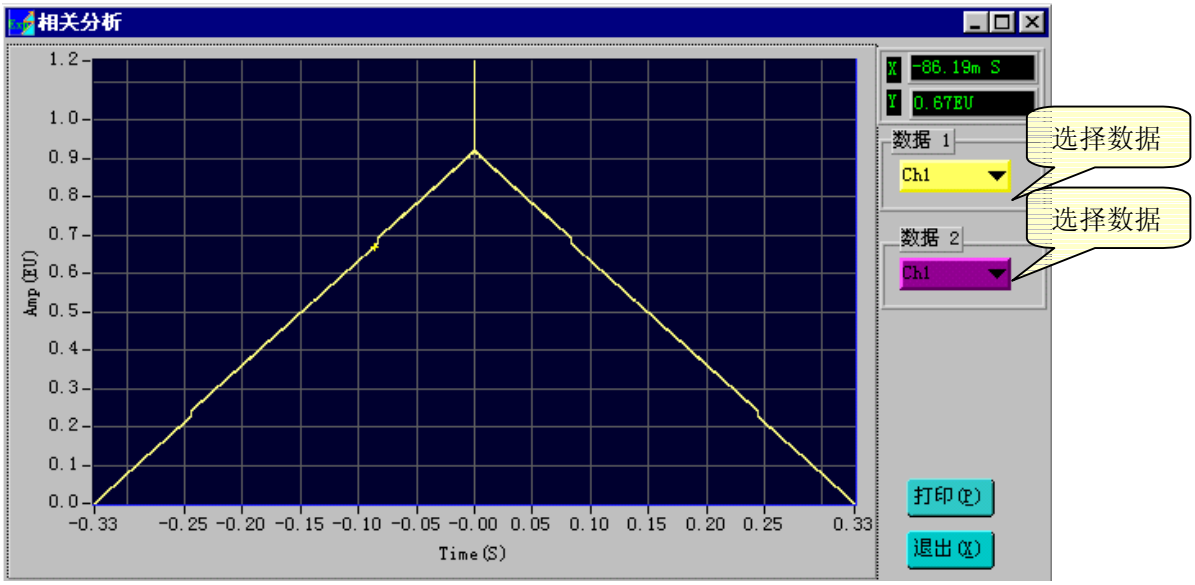
鼠标单击菜单【分析】下的【一阶积分】，可对数据进行积分分析。

物理意义：如果你选用加速度传感器，需要分析信号的速度，可以使用一阶积分, 得到的是信号速度的波形。



5、相关

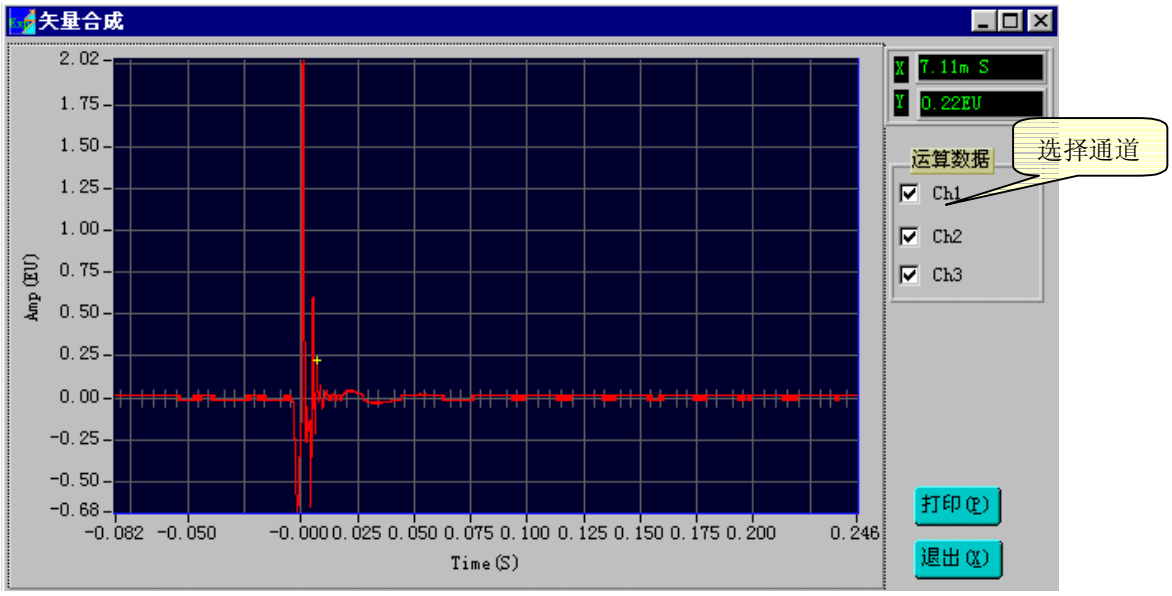
鼠标单击菜单【分析】下的【相关分析】，可对关心通道数据进行相关分析。



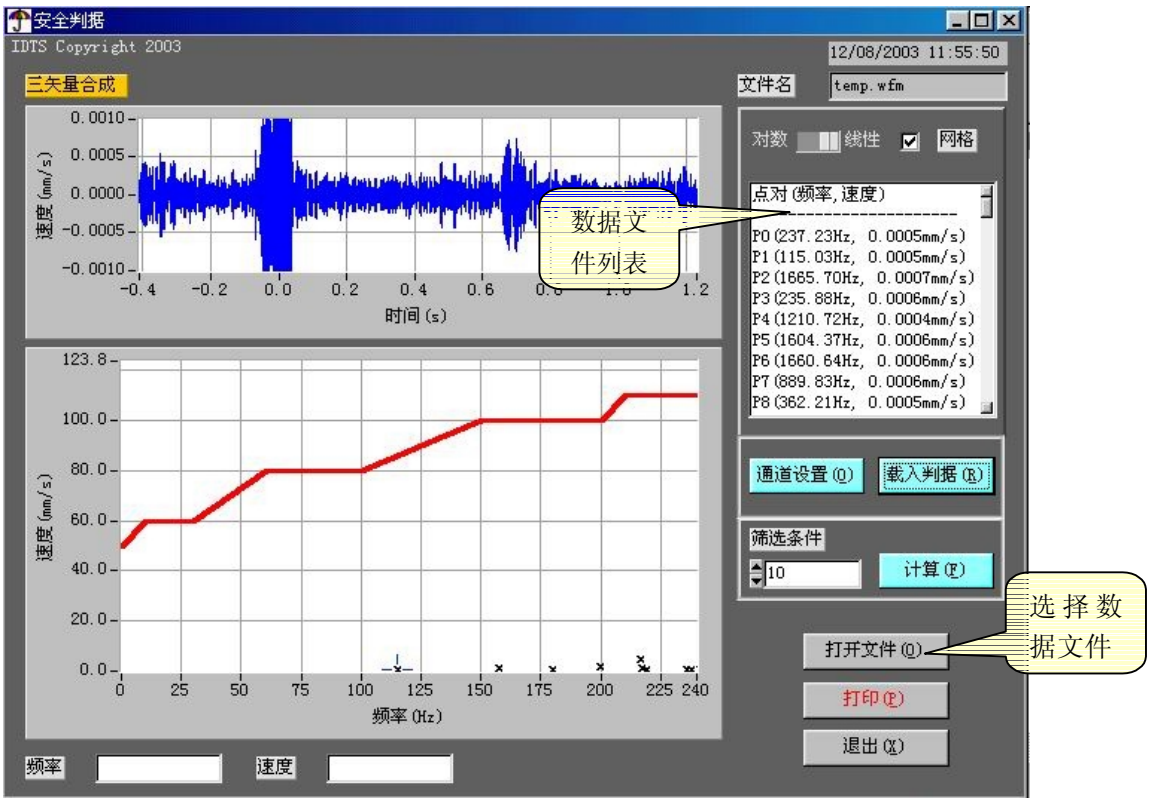
6、矢量合成

鼠标单击菜单【分析】下的【矢量合成】，可对数据进行矢量合成运算。可以选择所关心的通道数据进行矢量运算。

物理意义：矢量运算得到的波形为选择通道的合成信号，显示出信号在三维空间的真实波形。



7、安全判据



该分析方法为国外常用的一种爆破分析方法，可以直观显示信号的各个分量是否超过标准线，如果分量超标，则表示本次爆破超标。国内采用的安全判据线为一条直线；国外采用的安全判据线为一条折线，表示爆破分量的不同破坏程度。

鼠标单击菜单【分析】下的【高级】，选择【安全判据】可对存储的文件数据进行安全判别。点击【打开】，可以选择装载多个数据文件。点击【删除】，取消对当前数据的处理，点击【清除】，取消对所有数据的处理。

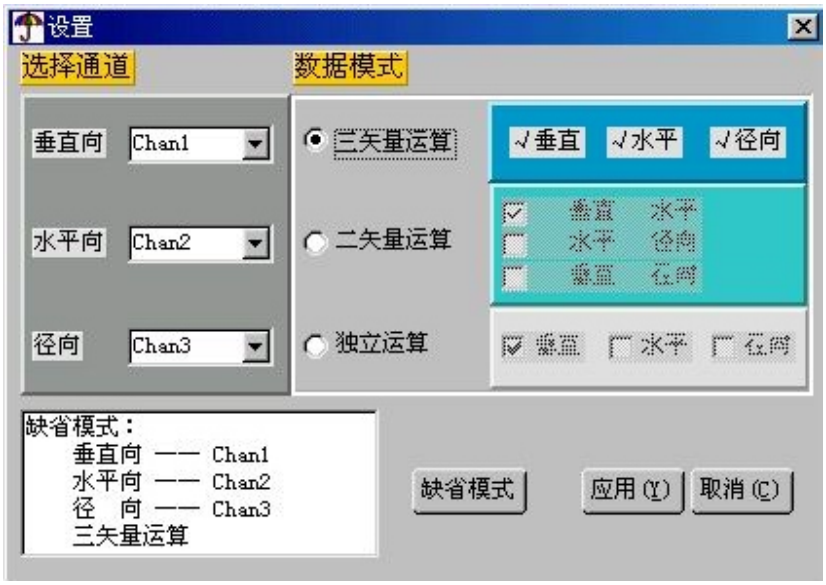
点击【通道设置】，弹出子窗口选择数据的处理方法。

数据处理方式分为三种：

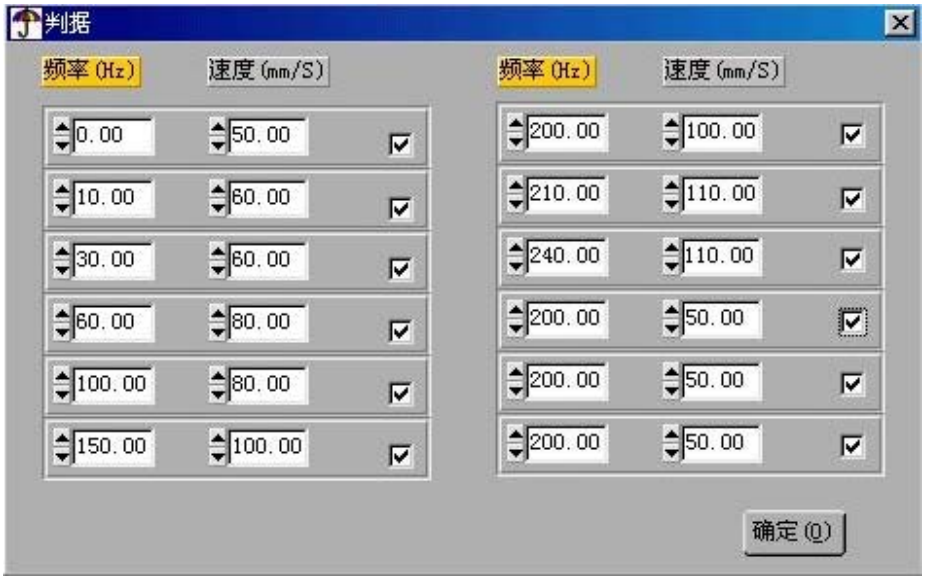
(1)、三矢量运算： 将三个通道的数据矢量合成后进行分析。

(2)、二矢量运算： 将二个通道的数据矢量合成后进行分析（剩下的数据单独运算）。

(3)、独立运算： 每个通道的数据单独进行分析。



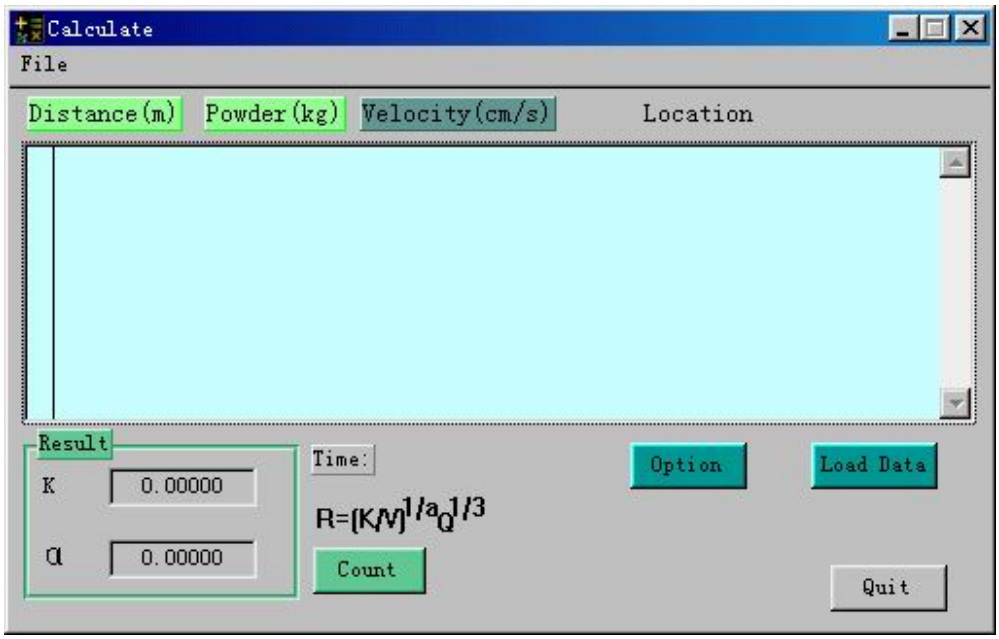
点击【载入判据】，可以重新定义判据，所输入的点为判据线转折点。



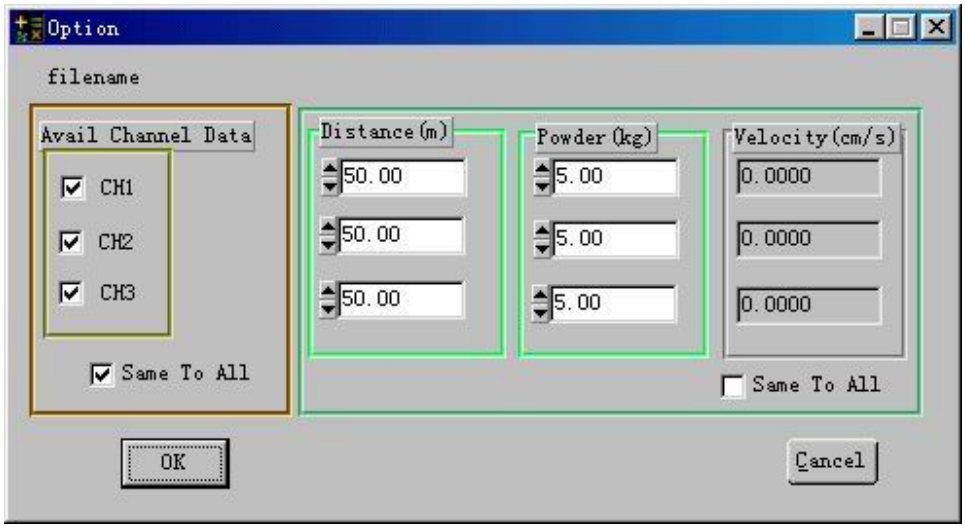
8、萨道夫斯基回归分析

鼠标单击菜单【分析】下的【高级】，选择【萨道夫斯基公式回归】可对存储的数据进行“萨道夫斯基”回归分析。（其主界面如下图）

点击【Load date】，调入需要进行计算的文件。



点击【Option】，可对选中的文件进行通道选择。并且输入各通道距离、装药量（如下图）。



点击【Count】，可对文件列表中的数据（至少三组）进行“萨道夫斯基”回归，将“K”和“α”返回。（其中爆破距离、装药量、和振动速度不能有一项为零，否则计算无效）

注意：对数据列表点击右键，可以进行数据的手动添加或删除。

第四章 数学处理原理理论

1、数字信号处理

IDTS3850 SEISMOGRAPH可以进行多种数字信号处理算法，下面介绍软件中每种处理的算法公式和意义。

1-1、时域分析方法

积分

用梯形法对波形数据作一阶（次）积分，结果显示在处理窗。其数学定义为：

$$Y(n)=\delta_x \times \sum_{k=0}^{n} \frac{X(k)+X(k+1)}{2}$$

其中：$Y(n)$是积分后的输出时间序列；

$X(k)$是积分前的输入时间序列；

δ_x是采样点的间隔值。

一阶积分后的物理量纲为[EU][T]，二阶积分后的物理量纲为[EU][T][T]，系统将自动显示有效的工程单位。EU即$X(k)$的工程单位。

微分

一般情况下,对离散时间序列数据进行微分处理都采用差分方法描述,数学定义：

Y（n）＝（X（K）-X（K-1））/ Deltax

其中：X（K）是微分前的输入序列。

Y（n）是微分后的输出序列。

Deltax 是采

样点的间隔值。

差分方法对于高频噪声没有任何抑制能力，数字化的量化噪声也会对结果产生较大的影响，IDTS3850 SEISMOGRAPH 中采用多点差分的算法实现一阶（次）

和二（次）阶微分，算法等效于差分运算后接 FIR 低通滤波器的效果，滤波器的截止频率可以根据信号特性和计算需要随意调节，最大地滤除了高频噪声和量化噪声的影响；同时由于微分的计算过程采用了 FFT 快速卷积算法，差分和 FIR 计算一体化完成，运算速度快捷准确。

一阶微分后的物理量纲为[EU]/[T]，二阶积分后的物理量纲为[EU]/[T]/[T]，系统将自动显示有效的工程单位。EU即 $X(k)$ 的工程单位。

1-2、频域分析方法

FFT 幅度谱

先对当前通道波形的数据进行窗函数处理，然后做FFT分析，计算公式为：

$$Y(k)=\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}X(n)\times W(n)\times e^{\frac{-j2\pi kn}{N}}$$

其中：X（n）为输入波形序列。

W（n）为窗函数序列。

N 为参加 FFT 计算的序列点数。n 值从 0～N－1。

Y（K）是复数序列，取模运算得到幅值谱|Y（k）|，然后对|Y（K）|作对数归一化（1V＝0dB）。线性显示时直接显示Fourier分解的信号有效值

频谱分布范围为：0～Fc / 2；

频谱分析精度为：△f ＝ Fc / Length；

窗函数

FFT分析时，有限点的波形数据截断使得在有限点内的非整周期信号在两端产生跳变，导致分析频谱泄漏，泄漏能量分布于整个数字频域，且下降速度很慢，对于大信号附近的频谱分量造成掩蔽，影响对实际有效信号的分辨，通过加窗处理使信号快速衰减，可以抑制截断产生的泄漏。

虽然数据窗可以抑制泄漏，但会增加信号主瓣的宽度，从而降低频谱的分辨率；为了达到相同的分辨率，只需将信号分析长度相应加长即可。

以下介绍系统中可选的窗函数及其特性：

a.矩形窗，其数学定义为：

W（n）＝1

n取值为：0、1、2、...、N－1。

N为参与FFT分析的波形点数。

b.Parzen窗(Barlett)，其数学定义为：

$$W(n)=1.0-\left|\frac{2n-N-1}{N-1}\right|$$

n取值为：0、1、2、...、N－1。

c.Hanning窗，其数学定义为：

$$W(n)=\frac{1-COS\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)}{2}$$

n取值为：0、1、2、...、N－1。

d.Welch窗，其数学定义为：

$$W(n)=1-\left(\frac{2n-N-1}{N+1}\right)^2$$

n取值为：0、1、2、...、N－1。

e.Hamming窗，其数学定义为：

n取值为：0、1、2、...、N－1。

f.EXACTB窗(Blackman)，其数学定义为：

$$W(n)=0.42-0.5COS\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)+0.08COS\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$$

n取值为：0、1、2、...、N－1。

功率谱密度估计

采用Welch法进行功率谱估计，具体计算方法如下：

第一步：先取4K个样点分成四段各1024点，分别对每段做FFT后，求出各段的FFT幅度谱的平方的平均值；

第二步：求（k）的逆变换，得到平均周期图对应的自相关函数；

第三步：将加延迟窗V1（m），V1（m）最大单边宽度为M，这样得到，即：

第四步：对作FFT正变换，得到对X（n）功率谱估计，记作(k)。

第五步：将（k）按最大值归一化处理后，再对它取对数。结果显示在下窗中。

2、标定、物理量的单位与计算转换

IDTS3850 Seismograph 2 的数据显示有两种：一是显示真实的电压值 U（单位为 V），二是显示通过工程标定后的物理量 P。

若灵敏度为 K，零偏为 Base，则物理量 P=1/K*（U-Base），左边的量纲应该和右边的相同。举例说明如下：

所接的速度传感器参数如下:传感器灵敏度 u 为 0.0314V/m/S,零偏 Base 为 0.3V。那么，所测物理量 P 的单位为 m/S(米每秒)。灵敏度

K= (0.0314V/m/S),1/K=31.847m/S/V。则 P=31.847*(U-0.3)，单位为 m/S。若某一点的电压值为 0.305V，则该点所代表的物理量为

P=31.847m/S/V*(0.305V-0.3V)=0.1592m/S。

附录 1（快捷键一览表）

数字小键盘的〖*〗键：	波形放大 2 倍；
数字小键盘的〖/〗键：	波形缩小2倍；
〖CTRL〗+数字小键盘的〖*〗键：	波形窗波形在时间轴上压缩比加一；
〖CTRL〗+数字小键盘的〖/〗键：	波形窗波形在时间轴上压缩比减一；
〖CTRL〗+〖A〗：	波形窗按一页的幅面显示当前通道波形数据；
〖CTRL〗+〖T〗：	显示波形会在当前光标位置自动展宽到采样数据原始状态，即以1:1显示波形；
〖CTRL〗+〖→〗：	波形左移；
〖CTRL〗+〖←〗：	波形右移；
〖→〗和〖←〗：	移动当前活动窗口的读数光标；
〖Ctrl〗+〖↑〗：	波形上移；
〖CTRL〗+〖↓〗 ：	波形下移；
〖Ctrl〗+〖I〗：	关闭/开启波形窗网格；
〖Ctrl〗+〖S〗：	十字光标转换；
〖Ctrl〗+〖D〗：	双光标转换；
〖Ctrl〗+〖F〗/〖G〗：	光标不依附/依附在波形曲线上.
〖Ctrl〗+〖P〗：	复制曲线到系统剪贴板.
〖Ctrl〗+鼠标左键：	波形窗自动放大；
〖Ctrl〗+鼠标右键：	波形窗自动缩小；
〖1〗:	键切换活动通道至 1 通道；
〖2〗:	键切换活动通道至 2 通道；
〖3〗:	键切换活动通道至 3 通道；
〖Ctrl〗+〖1〗:	显示(或隐藏)1 通道；
〖Ctrl〗+〖2〗:	显示(或隐藏)2 通道；
〖Ctrl〗+〖3〗:	显示(或隐藏)3 通道；
〖Alt〗+〖F4〗、〖Alt〗+〖X〗:	退出 IDTS3850 Seismograph 。